

PROJET DE MASTER

---

# Potentiels de Labellisation de Projets de Construction au Stade de l'Avant-Projet

---



*Auteur :*  
Edouard Cattin, SIE

*Encadré par :*  
Prof. Marilynne Andersen, LIPID  
Dr. Sergi Aguacil, Building 2050  
Nadia Karmass, Alterego Concept SA

Sciences et Ingénierie de l'Environnement (SIE)  
École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)  
Alterego Concept SA

**EPFL**



alterego

Mars 2022

## Résumé

Les acteurs de la construction sont sensibles à la durabilité des ouvrages mais ne disposent pas d'outils d'aide à la décision pour la sélection d'un label. Or, les recherches ont montré que les labels peuvent rendre les constructions plus durables. Les études se concentrent majoritairement sur les labels internationaux. Il est donc nécessaire de réaliser des études dans le contexte suisse.

Ce projet vise à fournir des connaissances et à identifier les différences et similitudes entre les labels utilisés en Suisse afin de développer un outil d'aide à la décision au stade de l'avant-projet. Pour atteindre cet objectif, ce travail s'articule autour des questions suivantes : **Quelles sont les thématiques abordées par les labels, quelles sont leurs différences et quelles sont leurs exigences dans le contexte suisse ?**

Dans un premier temps, ce projet cible les labels utilisés en Suisse, analyse les données des processus de certification et propose une méthodologie d'agrégation des indicateurs des labels. Les indicateurs sont répartis en huit thématiques. Dans un deuxième temps, les indicateurs des labels sont comparés afin de définir les similitudes et les différences entre deux labels. Dans un troisième temps, les valeurs limites fixées par les labels au niveau des émissions de gaz à effet de serre et de l'énergie primaire non renouvelable sont analysées et comparées à des normes et exigences, comme celles des Accords de Paris. Enfin, ces résultats permettent de mettre au point une méthode de classification des labels afin de créer un outil d'aide à la décision au stade de l'avant-projet.

Ainsi, les labels analysés dans le contexte suisse sont : SEED, SNBS, Site 2000 Watts, Cité de l'Énergie, SméO, Minergie, LEED, DGNB et BREEAM. Suite à la méthode d'agrégation, ces labels sont répartis en trois catégories principales : les labels qui se préoccupent de la durabilité de manière globale, ceux qui concernent l'aspect énergétique et le changement climatique et ceux qui touchent à la fois l'aspect énergétique, le changement climatique, la santé et le bien-être des occupants. En analysant les similitudes entre les labels, SméO environnement et Minergie-ECO sont proches à près de 90 %, alors que SNBS et LEED le sont à seulement 5 %. Au niveau des exigences concernant les émissions de gaz à effet de serre et de l'énergie primaire non renouvelable, tous les labels ne proposent pas de valeurs limites dans leurs indicateurs, mais parmi ceux qui le font, les labels les plus exigeants sont SEED, Site 2000 Watts et SméO. Ces labels sont cohérents avec l'objectif climatique de rester sous la barre des 2.0 °C, mais sont insuffisants pour l'objectif des 1.5 °C fixés dans l'Accord de Paris. Enfin, l'originalité de ce projet de Master réside dans le fait que l'outil d'aide à la décision permet au porteur de projet de cibler en quelques minutes le(s) label(s) le(s) plus adapté(s) à son projet.

**Mots-clés** labels, certifications, construction durable, outil, SEED, SNBS, Site 2000 Watts, Cité de l'Énergie, SméO, Minergie, LEED, DGNB, BREEAM

## Remerciements

*Je souhaite sincèrement remercier, la Professeure Marilyne Andersen et le Docteur Sergi Aguacil pour leur encadrement et soutien tout au long de ce projet de recherche.*

*Je souhaite aussi remercier toute l'équipe d'Alterego, Abdel, Amine, Audrey, Benoît, Chloé, Jean-Nacim, Manon, Marie-Laure, Michaël et Loïc, pour leur bonne humeur ainsi que tous les bons moments passés ensemble. Je remercie plus particulièrement Nadia Karmass de m'avoir permis de réaliser ce travail de recherche au sein de son entreprise, de m'avoir apporté des conseils et un encadrement précieux, ainsi qu'Amandine Getto pour ses connaissances dans le domaine des labels de la construction durable.*

*Je tiens aussi à remercier les différentes personnes qui m'ont permis d'obtenir de riches informations : Dominique Rossel (Cité de l'énergie), Fabien Roh (CECB), Françoise Weigmüller (Weinmann Energies), Ludovic Heimo (FORSTER-PAYSAGE), Martin Python (Amstein-Walthert), Michaël Weber (État de Vaud), Michel Wyss (Minergie), Olivier Brenner (EnDK), Philippe Maret (Minergie), Ricardo Bandli (OFEN) et Sarah Schalles (SEED).*

*Un grand merci à Mélodie Rey pour le soin apporté à la relecture de ce travail. Enfin, je souhaite remercier mes parents ainsi que tous mes amis et amies, Alexis, Aurélie, Aurélien, Blanche, Gaël, Hugo, Jean-André, Julie, Lorenzo, Marisa, Mélodie, Nouha, Raphael et Sébastien, qui ont rendu ces études à l'EPFL si plaisantes.*

## Table des Matières

<b>Résumé</b>	<b>0</b>
<b>Remerciements</b>	<b>1</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>7</b>
1.1 Contexte . . . . .	7
1.2 État de l'Art . . . . .	8
1.3 Motivations . . . . .	9
1.4 Objectifs de la Recherche . . . . .	10
1.5 Structure du projet . . . . .	10
<b>2 Les Labels de la Construction en Suisse</b>	<b>11</b>
2.1 SEED - Next Generation Living . . . . .	11
2.2 Réseau Construction Durable Suisse (SNBS) . . . . .	11
2.3 Site 2000 Watts . . . . .	12
2.4 Cité de l'Énergie . . . . .	12
2.5 SméO . . . . .	12
2.6 Minergie . . . . .	13
2.7 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) . . . . .	14
2.8 Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) . . . . .	14
2.9 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) . . . . .	15
2.10 Autres Labels Non Étudiés . . . . .	16
<b>3 Méthodologie</b>	<b>19</b>
3.1 Cadre de l'Étude et Processus de Sélection des Labels Étudiés . . . . .	19
3.2 Données Analysées . . . . .	20
3.3 Agrégation des Indicateurs par Thèmes . . . . .	22
3.4 Similitudes entre les Indicateurs des Labels . . . . .	28
3.5 Étude des Exigences des Valeurs Limites des EPnR et des EGES des Labels . . . . .	30
3.6 Développement de l'Outil du Potentiel de Labellisation au Stade de l'Avant-Projet . . . . .	35
<b>4 Résultats, Discussions et Limites</b>	<b>38</b>
4.1 Agrégation des Indicateurs par Thèmes . . . . .	38
4.2 Similitudes entre les Indicateurs des Labels . . . . .	44
4.3 Étude des Exigences des Valeurs Limites des EPnR et des EGES des Labels . . . . .	46
4.4 Développement de l'Outil du Potentiel de Labellisation au Stade de l'Avant-Projet . . . . .	52
<b>5 Conclusion</b>	<b>58</b>
<b>Annexe</b>	<b>65</b>

## Table des Figures

1	Les différents labels dans le domaine de la construction selon leur lieu d'origine . . . . .	18
2	Matrice d'agrégation des indicateurs selon les huit thèmes . . . . .	27
3	Matrice similitude SNBS vs Minergie . . . . .	29
4	Diagramme de décision de classification des 20 labels . . . . .	36
4	Les 8 thématiques abordées par les différents labels . . . . .	40
5	Représentation des différents labels selon l'année de parution, les thèmes abordés et l'échelle du projet considérée . . . . .	43
6	Similitudes et différences entre les différents labels . . . . .	44
7	EPnR en fonction des EGES en phase d'exploitation par surface . . . . .	46
8	EPnR en fonction des EGES selon l'énergie grise par surface . . . . .	46
9	EPnR en fonction des EGES selon la mobilité par surface . . . . .	47
10	EPnR en fonction des EGES au total par surface . . . . .	47
11	Application de l'outil sur le projet 1 . . . . .	53
12	Application de l'outil sur le projet 2 . . . . .	55
13	Application de l'outil sur le projet 3 . . . . .	56
14	Matrice similitude SEED vs SNBS . . . . .	73
15	Matrice similitude SNBS vs SméO . . . . .	75
16	Matrice similitude SNBS vs Minergie . . . . .	76
17	Matrice similitude SNBS vs Minergie-ECO . . . . .	78
18	Matrice similitude SNBS vs LEED Quartier . . . . .	79
19	Matrice similitude SméO vs Minergie-ECO . . . . .	82
20	EPnR en fonction des EGES en phase d'exploitation par personne . . . . .	86
21	EPnR en fonction des EGES selon l'énergie grise par personne . . . . .	86
22	EPnR en fonction des EGES selon la mobilité par personne . . . . .	86
23	EPnR en fonction des EGES au total par personne . . . . .	87

## Liste des Tableaux

1	Domaines, objectifs, critères et indicateurs des différents labels, NC : Nouvelle Construction, R : Rénovation . . . . .	21
2	Données principales des labels étudiés, NC : Nouvelle Construction, R : Rénovation . . . .	22
3	Processus de certification . . . . .	26
4	Valeurs pour les exigences MoPEC . . . . .	34
5	Valeurs pour les exigences du canton de Vaud . . . . .	34
6	Hypothèses de la part des postes . . . . .	34
7	Échelle du projet des différents labels . . . . .	65
8	Origine des différents labels . . . . .	65
9	Typologie des différents labels . . . . .	66
11	Affectations des différents labels quartier . . . . .	66
10	Affectations des différents labels . . . . .	67
12	Compatibilité avec les normes suisses des différents labels . . . . .	68
13	Nombre de projets certifiés des différents labels . . . . .	68
14	Renouvellement de la certification des différents labels . . . . .	69
15	Effort moyen des différents labels . . . . .	70
16	Organisme de certification des différents labels en Suisse . . . . .	70
17	Thématiques abordées par les différents labels . . . . .	71
18	Budget carbone mondial restant selon le rapport du GIEC . . . . .	84
19	Budget carbone suisse restant selon le rapport du GIEC . . . . .	84
20	Budget carbone individuel selon les calculs . . . . .	84
21	EGES selon stratégie climatique 2050 . . . . .	85
22	EGES selon les labels s'appuyant sur SIA 2040 . . . . .	85

## Abréviations

- ACV** Analyse du Cycle de Vie. 8, 17, 26, 30
- ARE** Office Fédéral du Développement Territorial. 12
- ASHRAE** American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning. 16, 68
- BPIE** Buildings Performance Institute Europe. 68
- BREEAM** Building Research Establishment Environmental Assessment Method. 0, 2, 8, 9, 15, 19, 21, 22, 24, 26, 32, 40–42, 58, 65–71
- CAD** Chauffage à Distance. 33, 34
- CASBEE** Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency. 16
- CECB** Certificat Énergétique Cantonal des Bâtiments. 1, 16, 19, 32, 48, 51
- CFE** Chemins de Fer Fédéraux Suisses. 14
- CIBSE** Chartered Institution of Building Services Engineers. 68
- CIO** Comité International Olympique. 14
- COP** Conférence des Parties. 7
- DGNB** Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. 0, 2, 8, 9, 14, 15, 19, 21–24, 26, 32, 36, 40–42, 48, 58, 65–71
- ECS** Eau Chaude Sanitaire. 30–32, 34, 83
- EGES** Émissions de Gaz à Effet de Serre. 2–4, 7, 19, 21, 30–34, 41, 46–51, 83, 85–87
- EnDK** Conférences des Directeurs Cantonaux de l'Énergie. 1, 32, 35, 51
- EnR** Énergies Renouvelables. 33
- EPnR** Énergie Primaire non Renouvelable. 2, 3, 19, 21, 28, 30–34, 41, 46–51, 83, 86, 87
- FSC** Forest Stewardship Council. 17
- GIEC** Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat. 4, 30, 33, 50, 51, 84, 85
- HQE** Haute Qualité Environnementale. 16, 19
- ISO** Organisation Internationale de Normalisation. 16, 26
- KBOB** Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren - Conférence de Coordination des Services de la Construction et des Immeubles des Maîtres d'Ouvrage Publics. 31–34, 48, 51
- LAT** Loi sur l'aménagement du territoire. 7
- LCC** Life Cycle Cost. 8
- LEA** Living Every Age. 16
- LEED** Leadership in Energy and Environmental Design. 0, 2, 3, 8, 9, 12, 14, 15, 19, 21, 22, 24–26, 32, 37, 40–42, 45, 49, 58, 65–71, 79
- MoPEC** Modèle de Prescriptions Énergétiques des Cantons. 4, 30, 34, 41, 48
- OFEN** Office Fédérale de l'Énergie. 1, 12, 49
- OFS** Office Fédérale de la Statistique. 84
- OLED** Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets. 7
- OPAir** Ordonnance sur la protection de l'air. 7
- OPB** Ordonnance sur la protection contre le bruit. 7
- OPL** One Planet Living. 8, 11, 16, 42

**PCS** Pouvoir Calorifique Supérieur. 34

**PEFC** Programme for the Endorsement of Forest Certification. 17

**PV** Panneaux Solaires Photovoltaïque. 34

**SDOL** Stratégie et développement de l'Ouest lausannois. 12

**SIA** Société suisse des Ingénieurs et des Architectes. 4, 7, 8, 11–13, 16, 30–35, 41, 46, 48–51, 85

**SNBS** Réseau Construction Durable Suisse. 0, 2, 3, 8, 9, 11–14, 17, 19, 21, 22, 25, 26, 28, 29, 31, 37, 40, 42, 45, 48–50, 55–58, 65–71, 73, 75, 76, 78, 79

**SPd** Surface Plancher déterminante. 12, 15, 36

**SRE** Surface de Référence Énergétique. 28, 36, 67

**STd** Surface Total déterminante. 12, 15, 36

**VBA** Visual Basic for Applications. 36, 37

**WELL** Well Building Standard. 16, 58

**WWF** World Wildlife Fund - Fonds Mondial pour la Nature. 11, 16



# 1 Introduction

## 1.1 Contexte

Depuis la révolution industrielle au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, les constructions humaines affectent de plus en plus les écosystèmes terrestres. L'intensification de ces pressions se mesure avec les neuf limites planétaires. Ces dernières définissent des seuils à ne pas dépasser si les conditions favorables au développement de l'humanité veulent perdurer [1]. Or, cinq d'entre elles ont déjà été franchies [2]. En Suisse, la situation est encore plus alarmante [3].

Le secteur de la construction est une cause principale de cette pression sur les limites planétaires [4]. De plus, ce secteur émet près de 18.2 % des Émissions de Gaz à Effet de Serre (EGES) au niveau mondial [5]. En Suisse, le secteur du logement, incluant la construction, la consommation d'énergie et d'eau ainsi que les filières de traitement des déchets et des eaux usées est responsable de 24 % de l'impact environnemental du pays [6]. Les effets négatifs portent sur de nombreux domaines dans le monde et en Suisse, notamment sur le sol, le paysage, la biodiversité, l'eau, le climat, le bruit ainsi que la gestion des déchets [6]. Il est donc nécessaire que ce secteur évolue et devienne durable afin de préserver l'environnement et les personnes.

La durabilité tire ses origines du rapport Meadows, "The Limits to Growth", rédigé en 1972 [7]. Ce rapport expose les premiers débats et critiques sur les implications de la croissance économique et démographique sur l'écologie. Ce n'est qu'en 1987 que la durabilité, régissant le concept de développement durable, est définie dans le rapport de Brundtland :

*« Le développement durable est un mode de développement qui répond aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. » [8]*

La durabilité introduit donc les aspects d'économie, de société et d'environnement qui forment les trois piliers du développement durable. Ces piliers sont codépendants : le développement économique doit se faire au profit de la société tout en minimisant, voir régénérant, le capital environnemental [9]. Toutefois, cette définition est large et complexe. Il existe plusieurs interprétations ; on parle de durabilité faible s'il y a une substituabilité des capitaux entre eux. Par exemple, en prélevant plus de bois que la forêt ne peut en produire ; cela augmente le capital économique et diminue le capital environnemental ; ainsi, la somme des trois piliers conservée. À l'inverse, dans le cas de non-substituabilité, on parle de durabilité forte [10].

Le développement durable sert de point de départ pour les Conférence des Parties (COP), réunissant 196 États, dans le but de trouver une solution face aux problèmes liés au dérèglement climatique. Ceci a - entre autres - poussé les différents pays à mettre en application ou en consultation des projets de lois nationaux.

En Suisse, la stratégie de développement durable de la Confédération fixe les priorités à mettre en oeuvre en faveur du développement durable pour 2030 [11]. De nombreux projets de lois et normes existent dans le but de rendre le secteur de la construction plus durable envers les personnes et l'environnement. Ainsi, les ordonnances (Ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), Ordonnance sur la protection de l'air (OPAir), Ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED)) limitent les nuisances au niveau du bruit, de la qualité de l'air ainsi que des déchets. La Loi sur l'aménagement du territoire (LAT) régit quant à elle les principes de construction au niveau fédéral et vise à limiter le mitage du territoire. Enfin, les normes de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes (SIA) 112/1 et 112/2 régissent le principe de développement durable dans le domaine du bâtiment.

Les labels permettent de garantir la qualité et la conformité des constructions avec les normes en vigueur, ainsi que la durabilité des infrastructures. En effet, ils ont pour but de rendre le bâti soutenable pour l'économie, la société et l'environnement. Afin de les étudier, il est primordial d'analyser l'état des connaissances actuelles sur le sujet.

## 1.2 État de l'Art

### Généralités sur les Labels

Deux principales approches dans le but d'évaluer la durabilité d'un projet de construction existent : l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) et les labels définis par des systèmes de notation. La première méthode examine les impacts environnementaux et humains des bâtiments sur toute leur durée de vie, tandis que la seconde mesure les performances d'un bâtiment de manière harmonisée à l'aide de standards, de normes, de critères et d'indicateurs. Certains systèmes de notation intègrent la méthode d'ACV dans leurs critères. Si avant 1995 la méthode d'ACV était la plus utilisée, la tendance s'est inversée depuis. Les labels connaissent une forte croissance sur le marché de la construction depuis 1995. Depuis 2010, leur utilisation se stabilise [12].

Les labels ne sont pas représentés de façon homogène dans le monde. La majorité d'entre-eux sont utilisés en Europe (54), en Asie (15) ainsi qu'en Amérique du Nord (8). Aucun système de notation n'existe ou n'est utilisé pour le moment en Afrique.

Bien qu'une grande diversité de labels soit présente en Europe, ce ne sont pas pour autant les plus représentés dans les études. En effet, sur un total de 1'169 recherches scientifiques analysées, la plupart d'entre elles se focalisent sur deux labels principaux, BREEAM et LEED [13]. Le premier est effectivement un label européen alors que le second est nord-américain. Le constat est le même dans ce travail de recherche. Sur 24 études analysées ayant un lien fort avec le sujet de recherche, seules six d'entre-elles parlent ou énoncent des labels présents en Suisse. Le reste des études se concentrent majoritairement sur BREEAM et LEED, malgré que les recherches soient faites en français et en anglais. Il est en revanche probable que d'autres études dans d'autres langues n'aient pas été référencées dans le cadre de ce travail.

### Labels de la Construction

Les labels ont un rôle à jouer pour les bâtiments mais aussi au niveau des territoires et des quartiers. Le label LEED permet de réduire la consommation énergétique des bâtiments [14]. Cet aspect intéressant va permettre d'augmenter la valeur intrinsèque d'un bien immobilier et le confort des habitants [15]. Ce gain de valeur s'appelle la valeur verte [16] et est autant positif pour les habitants que pour les investisseurs. De plus, pour les bâtiments Minergie, les dépenses énergétiques en exploitation seraient même meilleures que celles prévues au stade de l'avant-projet [17].

Toutefois, l'aspect de l'efficacité énergétique est très discuté selon d'autres études, notamment selon le niveau de certification du label et la sensibilité des utilisateurs à adopter le bon mode de fonctionnement du bâtiment en question [18].

La préoccupation de la thématique de l'efficacité énergétique a probablement un impact sur la façon dont les labels sont conçus. En effet, sur un échantillon de 490 bâtiments labellisés LEED ou BREEAM, les résultats montrent que la "performance énergétique" est la thématique la plus représentée [19]. En revanche, c'est aussi la moins aboutie, alors que l'utilisation de la ressource en eau ou la qualité de l'air atteignent des meilleurs taux de réussite.

Une autre thématique centrale de LEED et BREEAM est celle des matériaux [14]. Elle atteint entre 12.5 et 15 % des préoccupations du label. Cette thématique vise principalement à limiter l'impact environnemental au travers des ACV. De plus, l'aspect quantitatif de la gestion des matériaux est absent de LEED, BREEAM et DGNB [20]. Il n'est pas considéré dans les analyses économiques, comme les Life Cycle Cost (LCC), car les matériaux de démolition représentent un coût marginal à l'heure actuelle.

Pour les labels de type quartiers, DGNB "quartier" serait le plus équilibré au niveau de ses thématiques, alors que LEED accorde plus d'importance à l'aspect planification urbaine et gouvernance [21]. Cette méthode nécessite tout de même 13 thématiques afin de répartir les différents indicateurs dans les différentes catégories. Selon l'étude [22] réalisée en Italie, les labels sont intéressants pour les municipalités afin de promouvoir et encourager le développement durable, mais l'intégration du protocole du label doit se faire de manière approfondie avec l'administration publique locale.

Dans ce contexte, en Suisse, l'étude [23] est sans doute la plus complète actuellement. Site 2000 Watts, SméO, SNBS et OPL sont analysés par la SIA 2050; la norme qui fixe les recommandations en faveur du développement territoriale durable en Suisse. Les labels s'appuient sur cette dernière, parfois de manière incomplète, mais proposent aussi des aspects complémentaires. Ce travail est aussi un des seuls à proposer une première aide aux acteurs de la construction afin de choisir le meilleur label de type quartier.

## Méthodes de Comparaison

En ce qui concerne la comparaison des labels entre eux, certaines études proposent un cadre d'évaluation, comme par exemple [24]. En revanche, cette méthodologie se base essentiellement sur LEED. Ainsi, même si les résultats et la méthode sont intéressants, il n'est pas nécessairement judicieux de reprendre cette méthode et de l'appliquer à d'autres labels sans la modifier. L'étude [25] propose également une méthodologie d'agrégation des indicateurs dans le but de comparer les labels. Cette méthode est intéressante mais une mise à jour est nécessaire, car elle se base sur une ancienne norme. De plus, de nombreux labels présents en Suisse ne sont pas considérés dans cette étude.

Une autre méthode possible est de comparer les notes d'un ouvrage comportant une double certification. Ceci a été réalisé avec un échantillon de 20 bâtiments certifiés à la fois LEED et BREEAM [26]. Les résultats montrent qu'un projet doublement certifié et voulant obtenir le même niveau de récompense dans les deux labels doit afficher une plus haute performance dans le label BREEAM, car ce dernier comporte un plus haut niveau de préoccupations. Toutefois, le niveau de similitude entre ces deux labels est élevé. 83 % des préoccupations sont communément abordées. Selon [27], la conclusion est la même, BREEAM a des standards plus élevés que ceux de LEED mais seulement dans certaines thématiques, comme dans le management du bâtiment, la santé et le bien-être. En revanche, en ce qui concerne l'énergie et le transport, les standards sont équivalents.

Enfin, une dernière méthode consiste à évaluer les avantages et inconvénients d'un même label [28]. Selon les auteurs, BREEAM présente des lacunes dans certaines thématiques de la durabilité, notamment l'économie et certains aspects sociaux. Il porte toutefois une importance particulière au domaine de l'énergie. Les désavantages de LEED sont les mêmes que ceux de BREEAM. En revanche, LEED possède un avantage au niveau de son interface et de sa facilité d'utilisation. DGNB de son côté est un label complet au niveau de la durabilité, mais présente une grande complexité car de nombreuses données sont requises. D'autres études parlent aussi des labels [29] [30] [31] [32] [33]. Elles sont données à titre informatif, car elles n'apportent pas de valeur ajoutée à ce travail au niveau de la méthode de recherche et des questions qui vont en découler.

Les études précédentes sont intéressantes mais ne concernent que les labels internationaux. L'étude [34] se concentre sur le label suisse SNBS. Elle montre que les indicateurs peuvent être contradictoires entre les différents partenaires du projet. En effet, les indicateurs économiques se focalisent sur l'investisseur, ceux de la société sur l'utilisateur et ceux de l'environnement sur les matériaux et l'énergie grise. Ces contradictions peuvent amener à des conflits d'intérêts entre les différents acteurs du projet.

Le réseau de construction durable suisse SNBS publie en novembre 2021 un guide des standards et labels utilisés en Suisse. La méthode de comparaison des différents labels se base sur les principales thématiques de la durabilité abordées par les processus de certification [35]. Cette étude a un cadre plus large que [23], car elle traite des différentes échelles comme les bâtiments, quartiers et villes. En revanche, cette étude n'aborde pas le label SEED. Par ailleurs, ce guide apporte des informations et des points de comparaisons mais ne propose pas d'interactions avec le lecteur qui pourrait permettre de guider plus rapidement vers une solution personnalisée.

## 1.3 Motivations

En somme, il existe un réel potentiel à ce que les labels servent de boussoles pour guider les acteurs de la construction vers des pratiques plus durables. Or, les lacunes existantes au niveau des connaissances dans ce domaine prouvent qu'il est nécessaire de réaliser d'autres recherches.

De surcroît, il n'existe pas encore d'outil capable de guider et de conseiller un acteur de la construction dans le choix d'un label plutôt qu'un autre. Or, un tel outil semble nécessaire pour faciliter l'accès aux informations et le choix des porteurs de projet parmi la multitude et la complexité des labels existants. Une des raisons de ce manque d'étude à l'international est la nouveauté du sujet. En effet, comme vu précédemment, les systèmes de certification se sont développés depuis 1995.

## 1.4 Objectifs de la Recherche

L'objectif de ce projet est dans un premier temps d'identifier les labels utilisés en Suisse dans le domaine de la construction et de proposer une démarche de classification de ces labels en fonction des thématiques qu'ils abordent. Cela permettra d'analyser les différences entre les labels et leurs implications pour la durabilité. Dans un second temps, une démarche permettant d'identifier les labels pouvant être utilisés pour un certain type de projet sera proposée. Ceci servira la création d'un outil donnant un aperçu du potentiel de labellisation au stade de l'avant-projet.

De ce fait, différentes questions de recherches sont dressées :

1. Quels sont les liens et les différences entre les labels ?
2. Quelles sont les exigences des labels par rapport aux normes légales ainsi que par rapport aux objectifs climatiques de la Confédération ?
3. Quelles sont les caractéristiques d'un projet qui influencent le choix du label ?
4. Quelles sont les limites de la méthode permettant de choisir le label en phase d'avant-projet ?

## 1.5 Structure du projet

Le projet est composé de cinq sections principales. La présente section introduit le sujet ainsi que les diverses études relatives aux labels de la construction. La section 2 offre un aperçu des différents labels présents en Suisse ainsi que des labels présents dans les autres pays. La section 3 concerne les différentes méthodes développées pour répondre aux questions de recherches. La section 4 présente les résultats ainsi que les discussions et limites relatives aux diverses méthodologies. Enfin, la section 5 apporte la conclusion de cette étude et présente les futures recherches pouvant être réalisées.

## 2 Les Labels de la Construction en Suisse

Cette étude a pour but de développer un outil d'aide à la décision dans le choix du ou des labels à considérer dans un projet de construction. La première partie de ce travail consiste à produire un résumé de chacun des labels étudiés et sélectionnés selon la méthodologie de la partie 3.1. La synthèse de chaque label doit être condensée et normée, par opposition aux informations désorganisées provenant des différentes sources. Ainsi, l'outil contient les informations suivantes : l'association ou l'organisme à l'origine de la création du label, la date de création, la démarche générale, le nombre de domaines/objectifs/critères/indicateurs, les thématiques abordées (provenant de la partie 4.1) ainsi que le nombre de projets certifiés en Suisse ou dans le monde.

### 2.1 SEED - Next Generation Living

SEED est un label suisse de certification de quartier élaboré par l'Association suisse pour les quartiers durables en 2018. Cette démarche s'inscrit dans la continuité d'One Planet Living (OPL) en collaboration avec World Wildlife Fund - Fonds Mondial pour la Nature (WWF) Suisse et Implenia SA. SEED remplace donc le label OPL en Suisse.

La démarche repose sur 6 principes : climat préservé, biodiversité régénérée, gouvernance partagée, économie circulaire, qualité de vie attractive et culture valorisée. Ces principes sont déclinés en 30 objectifs et 60 indicateurs, qualitatifs et quantitatifs.

L'ensemble des aspects de la durabilité sont présents dans cette certification. La planification, la construction ainsi que l'exploitation sont considérées dans la démarche. Une association de quartier est créée dans le but de promouvoir toutes sortes d'activités et d'assurer un suivi continu en phase d'exploitation.

Pour cela, un plan d'action de la durabilité sert de point de départ du projet. Il a pour but de fixer les diverses actions qui vont être entreprises. Ce plan est signé par le maître d'ouvrage, l'autorité communale et l'association SEED. Par la suite, les coordinateurs SEED assistent le porteur de projet dans la mise en oeuvre des différentes actions.

En 2021, SEED compte 3 quartiers certifiés (Grand-Saconnex, Orbe et Marly). Le réseau SEED est encore très jeune et est implanté seulement dans les cantons de Fribourg, Genève et Vaud. Toutefois, il est en pleine croissance et de nouveaux quartiers seront certifiés d'ici 2025 dans une plus large partie du pays. [36]

### 2.2 Réseau Construction Durable Suisse (SNBS)

SNBS est le label national de planification et de construction durable suisse. Il s'appuie sur les trois piliers du développement durable (social, économie et environnement). Ces trois domaines sont déclinés en 112 objectifs, 23 critères et 45 indicateurs.

SNBS permet de labelliser un bâtiment de logement (avec commerce de détail au rez-de-chaussée), une école ou des bureaux, en tenant compte des aménagements extérieurs. Ce processus de certification, né en 2013 et possédant une approche globale de la durabilité, est issu de la stratégie du Conseil Fédéral pour le développement durable en Suisse. Il s'appuie sur les normes SIA, ce qui lui confère une grande crédibilité en Suisse. SNBS possède trois niveaux de certifications selon le score obtenu : Argent, Or et Platine.

Lors de la procédure de certification, une première vérification via l'outil pre-check SNBS a lieu. Ceci permet au porteur de projet de vérifier la conformité du projet avec le standard et de changer rapidement certains aspects si une non-conformité a lieu. Le standard prend en compte les phases de planification et de travaux. Le suivi en phase d'exploitation reste minoritaire par rapport à l'ensemble des indicateurs du label. Une fois la certification obtenue, aucune rectification n'est demandée.

En plus des bâtiments, SNBS permet de certifier des infrastructures dans divers domaines comme l'eau, l'énergie ou la mobilité. En 2021, un total de 13 bâtiments ont été certifiés SNBS dans toute la Suisse. [37]

### 2.3 Site 2000 Watts

Site 2000 Watts est un processus de certification provenant d'une démarche menée conjointement par la Confédération et les cantons. Ce label voit le jour en 2012 et met l'accent sur le changement climatique et les énergies (consommation énergétique, mobilité et mixité d'affectation au niveau du quartier), au travers des valeurs limites de la norme SIA 2040, "La voie vers l'efficacité énergétique", ainsi que 45 indicateurs qualitatifs. Ce label est décerné par l'Association Cité de l'énergie.

Site 2000 Watts permet de certifier des sites en construction ou transformation. Le projet doit comporter au moins deux bâtiments avec une Surface Plancher déterminante (SPd) ou Surface Total déterminante (STd)  $\geq 10'000 \text{ m}^2$ . Dans ce label, le processus est davantage analysé que les résultats. C'est un label mettant l'accent sur les principes de gouvernance. Ainsi, comme SNBS la phase d'exploitation est minoritaire par rapport aux aspects de planification. Toutefois, un processus d'amélioration continu est demandé étant donné que la certification est valable quatre ans en phase d'exploitation et deux ans en phase de réalisation.

En 2021, un total de 39 projets sont certifiés dans toute la Suisse. Sur ces quartiers, de nombreux retours d'expérience parlent d'une grande réduction en ce qui concerne les coûts d'exploitation. [38]

### 2.4 Cité de l'Énergie

Cité de l'énergie est un label récompensant les communes qui s'engagent en faveur du changement climatique, des énergies renouvelables et d'une meilleure mobilité. L'accent est donc mis sur l'aspect énergétique. Ces aspects sont traduits au travers de 6 objectifs : planification urbaine et régionale, bâtiments de la collectivité et installations, approvisionnement et dépollution, mobilité, organisation interne, collaboration et communication. Ces objectifs sont déclinés en 18 critères et 56 indicateurs.

Ce label est décerné par l'Association Cité de l'énergie depuis 1991 et comporte deux niveaux de certification selon les mesures mises en place par la commune. Une recertification doit avoir lieu tous les quatre ans.

C'est un label particulier, étant donné que c'est le seul (avec LEED Cities & Communities) destiné uniquement aux communes. Cité de l'énergie donne une bonne visibilité pour la commune et lui permet de mettre en oeuvre un programme politique cohérent en faveur de l'efficacité énergétique. De plus, des subventions intéressantes peuvent être demandées.

En 2021, 390 communes sont certifiées sur le territoire suisse. [39]

### 2.5 SméO

SméO est un label de certification de construction durable. Il permet de certifier des bâtiments et des quartiers. Le label bâtiments a été élaboré conjointement par le canton de Vaud et la ville de Lausanne, tandis que le label quartier est le travail de deux offices fédérales (Office Fédérale de l'Énergie (OFEN) et Office Fédéral du Développement Territorial (ARE)), du Canton de Vaud, de la Ville de Lausanne et de la Stratégie et développement de l'Ouest lausannois (SDOL). Pour le label bâtiment, il existe trois différentes certifications. Lorsque la conception est terminée, un certificat provisoire est délivré. Lorsque la construction est terminée, le certificat définitif est délivré. Enfin, lorsque les données en exploitations sont vérifiées, le certificat en exploitation est délivré. Ainsi, l'ensemble du cycle de vie est pris en compte dans ce label.

Le réseau SméO est encore récent et très peu connu, même dans le canton de Vaud. En revanche, il est en développement, notamment dans le canton de Vaud depuis la sortie de Jalons 14 [40], qui aborde la durabilité du milieu bâti dans le canton de Vaud. Les Jalons sont une collection de rapport, édités pour l'État de Vaud, recensant plusieurs numéros traitant tous d'un aspect différent dans le but de vivre mieux avec les ressources d'une planète. Ils servent donc de guide pour entreprendre des actions de développement durable dans le canton.

En 2021, deux bâtiments ont été certifiés SméO. [41]

Les différentes déclinaisons de SméO sont détaillées ci-dessous :

**SméO énergie** permet de concevoir ou rénover des bâtiments en mettant l'accent sur les aspects changement climatique et énergies. Ce label voit le jour en 2017 et est le fruit d'une collaboration entre le Canton de Vaud et la Ville de Lausanne. SméO énergie est proche de Minergie-P.

**SméO énergie+environnement** reprend SméO énergie mais y ajoute l'aspect traitant de la santé et du bien-être des occupants. Il est aussi lancé en 2017 par le Canton de Vaud et la Ville de Lausanne. SméO énergie+environnement est semblable à Minergie-P avec la composante ECO.

**SméO quartier** permet de concevoir ou rénover des quartiers d'habitations collectives en mettant l'accent sur la durabilité au sens large. Ce label voit le jour en 2009. Il ne permet pas d'obtenir de certification, contrairement à SméO bâtiment. En revanche son accessibilité en libre accès offre une approche intéressante en terme de réduction des coûts de certification pour le porteur de projet. En 2010, l'outil "Quartiers durables by Sméo" a été testé sur 6 quartiers pilotes dans toute la Suisse. Sur la base des différentes remarques, il a été finalisé en 2011. Cet outil ne permet pour l'instant que de suivre les projets d'immeubles collectifs.

## 2.6 Minergie

Minergie ou plutôt la "famille Minergie" est un des plus anciens organismes de certification dans le domaine de la construction en Suisse. Il certifie des bâtiments neufs ou rénovés en considérant les aspects énergétiques. C'est la même agence qui certifie les bâtiments labellisés SNBS.

Les labels Minergie permettent de communiquer qu'un effort est réalisé en terme d'économie d'énergie, de réduire les coûts d'exploitation du bâtiment et de recevoir de nombreuses subventions. [42]

Les différentes déclinaisons de Minergie sont détaillées ci-dessous.

**Minergie** est certainement le label Suisse dans le domaine de la construction le plus connu, c'est aussi le plus vieux, il est créé en 1994 par Ruedi Kriesi et Heinz Uebersax et devient en 1998 l'Association Minergie. Il met l'accent sur les thèmes du changement climatique et de l'énergie en s'appuyant notamment sur les normes SIA.

Ce label permet de valoriser un bâtiment neuf ou en rénovation lors de la phase de planification. Des composantes pour les phases de construction et d'exploitation (SQM) peuvent être choisies en plus. Aucune recertification n'est nécessaire tant qu'il n'y a pas eu de modification importante.

En 2020, 45'261 bâtiments sont certifiés Minergie.

**Minergie-P** est créé en 2003 par l'Association Minergie. Minergie-P va plus loin que Minergie, en étant l'équivalent du label allemand "Passivhaus", soit un bâtiment avec une enveloppe de haute qualité.

Minergie-P valorise un bâtiment neuf ou en rénovation lors de la phase de planification. Des composantes pour les phases de construction et d'exploitation (SQM) peuvent être choisies en plus. Aucune recertification est nécessaire tant qu'il n'y a pas eu de modification importante.

En 2020, 6'264 bâtiments sont certifiés Minergie-P.

**Minergie-A** est le dernier de la famille Minergie. Il est créé en 2011 par l'Association Minergie. Minergie-A va plus loin que Minergie en proposant la plus grande indépendance énergétique possible.

Minergie-A valorise un bâtiment neuf ou en rénovation en phase de planification. Des composantes pour les phases de construction et d'exploitation (SQM) peuvent être choisies en plus. Aucune recertification est nécessaire tant qu'il n'y a pas eu de modification importante.

En 2020, 1'212 bâtiments sont certifiés Minergie-A.

**Minergie-ECO** est l'avant-dernier label de la famille Minergie. Il est créé en 2006 par l'Association Minergie et Eco-bau. Minergie-ECO va plus loin que Minergie en proposant une composante axée sur la santé et le bien-être des utilisateurs. Cet aspect est décliné en 78 indicateurs, 17 critères et trois objectifs (énergie, santé et écologie du bâtiment).

Minergie-ECO valorise un bâtiment neuf ou en rénovation en phase de planification et de construction. La composante en phase de d'exploitation (SQM) peut être choisie en plus. Aucune recertification est nécessaire tant qu'il n'y a pas eu de modification importante.

En 2020, 1'986 bâtiments sont certifiés avec la composante ECO.

## 2.7 Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)

LEED, d'origine nord-américaine et développé par "Green Building Council" en 1998, est le label international le plus connu dans le domaine de la construction. Il vise une approche globale de la durabilité et comporte trois niveaux de certifications ainsi que de nombreuses déclinaisons suivant le type de projet. LEED prend en compte les aspects de planification, de construction et d'exploitation.

Reconnu sur la scène internationale, LEED gagne aussi du terrain en Suisse même si sa mise en oeuvre est moins aisée que les labels locaux, car il s'appuie sur les normes nord américaines. En 2017, près de 90'000 bâtiments sont certifiés LEED dans le monde dont 36 en Suisse. Parmi eux, le siège du Comité International Olympique (CIO) à Lausanne a reçu une triple certification en optenant les plus hauts score SNBS, LEED et Minergie-P. [43]

Les différentes déclinaisons de LEED sont détaillées ci-dessous.

**Building Design and Construction** certifie les nouveaux bâtiments et les rénovations tertiaires en tenant compte des aménagements extérieurs. Il comporte neuf objectifs (integrative process, location and transportation, sustainable sites, water efficiency, energy and atmosphere, materials and ressources, indoor environmental quality, innovation and regional priorities) déclinés en 53 indicateurs. Le système de certification est adapté en fonction de l'affectation du bâtiment.

**Residential BD+C Multifamily Homes** certifie les nouveaux bâtiments et les rénovations d'immeubles collectifs en tenant compte des aménagements extérieurs. Ce label est semblable dans le format à "Building Design and Construction". Toutefois, les indicateurs sont adaptés aux constructions de type immeuble de logements.

**Neighborhood Development** certifie les nouveaux quartiers ainsi que ceux en transformation. Actuellement, aucun quartier n'est certifié LEED en Suisse.

**Cities and Communities : Plan and Design** certifie les nouveaux projet de constructions d'envergure (ville, commune, grand quartiers) ainsi que ceux en transformation. Ce label est probablement plus difficile à mettre en oeuvre en Suisse dû à l'étendu limité des projets. De plus les communes lui préfèrent le label Cité de l'énergie, certes moins complet que LEED en terme de durabilité globale, mais bien plus connu et plus adapté à la Suisse.

## 2.8 Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)

DGNB d'origine allemande et créé en 2008 est le plus récent des labels de construction à portée internationale. Il vise une approche globale de la durabilité, comporte quatre niveaux de certifications et s'appuie sur les normes locales du pays considéré. DGNB comporte de nombreuses déclinaisons suivant le type de projet.

Ce label prend en compte tout le cycle de vie d'un projet, planification, construction, exploitation et fin de vie, ce qui en fait un label de certification à 360°.

En Suisse, de nombreux bâtiments Chemins de Fer Fédéraux Suisses (CFF) sont labellisés DGNB. En 2020, près de 1'500 projets comportent le label DGNB dans le monde dont 14 en Suisse. [44]

Les différentes déclinaisons de DGNB sont détaillées ci-dessous.

**International - New Construction** certifie les nouveaux bâtiments résidentielles et tertiaires ainsi que les aménagements extérieurs. Il comporte 6 objectifs (environmental quality, economic quality, sociocultural and functional quality, technical quality, process quality, site quality) déclinés en 10 critères et 38 indicateurs. L'analyse du cycle de vie du bâtiment en fait un aspect particulier de ce système de certification.

**Rénovation** certifie les bâtiments résidentielles et tertiaires rénovés ainsi que les aménagements extérieurs. La liste des critères sont en cours d'adaptation et traduction pour la Suisse. La version va paraître prochainement. Ce label n'est donc pas étudié dans la présente étude.



**Districts** certifie les nouveaux quartiers ainsi que ceux en transformation comportant  $\geq$  deux bâtiments et sur une SPd ou STd  $\geq 20'000$  m<sup>2</sup>. Il comporte cinq objectifs (environmental quality, economic quality, sociocultural and functional quality, technical quality, process quality) déclinés en 12 critères et 31 indicateurs. L'analyse du cycle de vie des différents bâtiments en fait un aspect particulier de ce système de certification.

C'est le label quartier international le plus complet au niveau de la durabilité. En revanche, aucun projet de quartier n'est encore labellisé DGNB en Suisse.

## 2.9 Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM)

BREEAM d'origine anglo-saxon et créé en 1991 est le plus ancien label dans le domaine de la construction à portée internationale. Il vise une approche globale de la durabilité et comporte 5 niveaux de certifications ainsi que de nombreuses déclinaisons suivant le type de projet. Reconnu sur la scène internationale, la mise en oeuvre de BREEAM en Suisse est moins aisée que les labels locaux, car il s'appuie sur les normes nord américaines. De plus, il est fortement en concurrence avec le label nord-américain LEED.

En 2017, près de 600'000 bâtiments sont certifiés BREEAM dans le monde soit le label le plus représenté. En Suisse, 16 projets sont certifiés BREEAM. [45]

Les différentes déclinaisons de BREEAM sont détaillées ci-dessous.

**International - New Construction** certifie les nouveaux bâtiments résidentiels et tertiaires en tenant compte des aménagements extérieurs. Il comporte 10 objectifs (management, health & well-being, energy, transport, water, materials, waste, land use and ecology, pollution, innovation) déclinés en 56 critères.

**International Non-Domestic - Refurbishment** certifie les rénovations des bâtiments tertiaires en tenant compte des aménagements extérieurs. Malheureusement, les rénovations des bâtiments résidentiels ne sont applicables qu'en Grande-Bretagne.

**Communities** certifie les quartiers durables. Pour le moment, cette certification n'est disponible qu'en Grande-Bretagne. Le label BREEAM Communities n'est donc pas étudié dans ce projet.

## 2.10 Autres Labels Non Étudiés

**OPL** Suisse était un label de certification pour les quartiers durables construits en Suisse [46]. OPL a été créé par le WWF et l'organisation anglaise Bioregional. Désormais, aucune certification de ce type ne peut être émise en Suisse pour des quartiers durables, car ce label est désormais remplacé par SEED. Les quartiers certifiés initialement OPL (Marly, Orbe et Green Village) sont les seuls à pouvoir porter le nom des deux labels.

**Certificat Énergétique Cantonal des Bâtiments (CECB)** « évalue l'efficacité énergétique de l'enveloppe d'un bâtiment et la quantité d'énergie que ce bâtiment consomme dans le cadre d'un usage standard. Le CECB Plus ajoute à cette évaluation un rapport de conseil en vue d'une rénovation énergétique. L'établissement d'un CECB est possible aussi bien pour les immeubles résidentiels que pour les bâtiments administratifs ou scolaires, les hôtels, les commerces ou les restaurants. » [47]

Une certification énergétique du bâtiment est établie et permet de mesurer la consommation standard d'énergie pour un bâtiment. Ce label se concentre donc sur les questions énergétiques.

La différence entre le CECB et Minergie est la suivante : CECB permet de voir quelle est la consommation actuelle d'un bâtiment tout en proposant des pistes de réduction. Minergie quant à lui assure la suite, c'est-à-dire la planification, l'exécution et le suivi en exploitation. Dans le cas des rénovations, il est possible que le certificat CECB fasse partie du certificat Minergie.

**Well Building Standard (WELL)** est un label dans la construction, lancé en 2018, permettant de certifier des espaces ou des bâtiments en se concentrant sur la partie santé & bien-être des occupants. C'est le label le plus avancé dans ce domaine à l'heure actuelle.

WELL comporte quatre niveaux de certification et 11 objectifs : air, eau, nourriture, lumière, mouvement, confort thermique, son, matériaux, état d'esprit et communauté. [48]

**Living Every Age (LEA)** est une association labellisant des espaces ou des bâtiments afin qu'ils répondent à des exigences élevées en termes de construction sans obstacles. Le label porte le même nom que l'association et a été lancé en 2013 à Zurich. C'est donc un label suisse fondé sur les normes nationales, notamment sur la norme SIA 500 "Constructions sans Obstacles". LEA comporte quatre niveaux de certifications. Une demande de certification se fait au stade de l'avant-projet. Le cahier des charges LEA doit être établi en mentionnant quel est le niveau de certification souhaité. Une fois les examens préliminaires effectués, la construction peut débuter. Enfin, une fois que cette dernière est terminée, un contrôle a lieu et le certificat est attribué. Aucune recertification n'est nécessaire sauf si des transformations majeures sont effectuées. [49]

**Haute Qualité Environnementale (HQE)** est un label de certification de construction durable d'origine française créé en 2004. Il est possible de certifier des bâtiments tertiaires ou résidentiels neufs ou rénovés. Deux organismes de certifications distincts labellent ces deux types d'affectation. Cerqual s'occupe de certifier les bâtiments résidentiels, tandis que Certivea certifie les bâtiments tertiaires. [50]

Ce label a pour vocation de traiter la durabilité au sens global. Cette démarche se traduit par les quatre objectifs (catégories) suivantes : écoconstruction, éco-gestion, confort, santé. Ces derniers sont déclinés en 14 cibles. HQE comporte cinq niveaux de certification et prend en compte les étapes de planification, construction et exploitation.

En 2016, près de 380'000 ouvrages portent le label HQE. Cependant, comme ce label s'appuie sur les normes internationales comme Organisation Internationale de Normalisation (ISO) ou American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning (ASHRAE), son implantation en Suisse s'avère plus compliquée. De plus, la visibilité offerte par ce label semble moins favorable en Suisse qu'un label national ou qu'un label à portée internationale, étant donné qu'HQE est essentiellement connu en France.

**Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE)** est un système de certification de construction durable développé au Japon en 2001. La méthode de cette certification diffère des autres. En effet, CASBEE met en place une valeur nommée BEE (Building Environmental Efficiency). BEE a pour objectif d'évaluer la durabilité d'un bâtiment de la manière suivante : BEE = qualité en environnementale et performance du bâtiment / charge environnementale du bâtiment. Le valeur de BEE permet de définir le niveau de certification d'un bâtiment parmi les cinq niveaux disponibles.

En 2015, près de 15'000 bâtiments sont certifiés CASBEE au Japon. [51]

**Green Star** est un système de certification de construction durable développé en Australie en 2003 par Green Building Council of Australia. Ce label comporte six niveaux de certifications et traite de la durabilité dans sa globalité. [52]

Les labels suivants se concentrent sur les matériaux de construction. Ils sont présentés, car ils peuvent être régulièrement utilisés par les labels énoncés précédemment. La liste n'est pas exhaustive mais elle permet d'avoir une bonne première approche des différents labels axés sur les matériaux.

**Forest Stewardship Council (FSC)** « est un label international dans le domaine des matériaux de construction et plus particulièrement dans la gestion durable du bois. Il est créé en 1993. C'est un label environnemental, dont le but est d'assurer que la production de bois ou d'un produit à base de bois respecte les procédures garantissant la gestion durable des forêts » [53]. En ce qui concerne la gestion durable des matériaux, certains labels de la construction durable en Suisse comme SNBS ou Minergie-ECO demandent que certains matériaux issus du bois portent le label FSC ou un équivalent.

**Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)** « est une certification forestière privée qui promeut la gestion durable des forêts. PEFC est le premier système de certification forestière en termes de surfaces forestières certifiées et la première source de bois certifiée au monde » [54].

**EcolabelEU** « vise à promouvoir la conception, la production, la commercialisation et l'utilisation de produits ayant une incidence moindre sur l'environnement pendant tout leur cycle de vie » et à « mieux informer les consommateurs des incidences qu'ont les produits sur l'environnement, sans pour autant compromettre la sécurité du produit ou des travailleurs, ou influencer de manière significative sur les qualités qui rendent le produit propre à l'utilisation ». Il est basé sur une « approche globale », systémique, qui passe par une analyse du cycle de vie (ACV) du produit, de sa fabrication (dont choix des matières premières) à son élimination ou recyclage en passant par sa distribution et sa consommation et utilisation. Ainsi, chaque type de produit doit répondre à un cahier des charges précis qui prend en considération tout le cycle de vie du produit (matières premières, distribution, consommation et recyclage). À la demande des États membres, l'écolabel européen a exclu de son champ d'application : les produits agro-alimentaires, boissons et produits pharmaceutiques » [55]. Il est utilisé en Europe ainsi qu'en Suisse.

**EMICODE** « est un label écologique protégé par une marque qui permet de classer les produits pour les matériaux de pose et les produits de construction à faibles émissions. Il s'agit notamment de mastics, de produits d'étanchéité pour joints et de produits d'étanchéité, de sous-couches, de bandes adhésives et de vernis pour parquets. Le label de contrôle pour l'environnement et l'hygiène intérieure est attribué depuis 1997 aux produits des fabricants qui se soumettent à des contrôles de qualité stricts ainsi qu'à des vérifications régulières. EMICODE offre, du point de vue de la protection des consommateurs et de l'environnement, une aide à l'évaluation et au choix des produits chimiques pour la construction. Le système de classification s'adresse aux planificateurs, aux consommateurs ainsi qu'aux artisans, il est inter-entreprises et neutre en termes de concurrence » [56].

**Natureplus** « est un écolabel de qualité internationale pour les produits de construction et de l'habitat qui oriente tous les acteurs de la construction vers la durabilité. Les produits ayant reçu le label de qualité Natureplus sont des produits haut de gamme du point de vue de la santé, de l'environnement et de l'efficacité fonctionnelle. Le label doit remplir une fonction d'orientation pour les consommateurs, les architectes, les artisans, les entreprises de construction et plus largement pour tous les acteurs du bâtiment. Un repérage destiné uniquement aux produits durables, c'est-à-dire respectueux de l'environnement et de la santé » [57].

**Bois Suisse** est un label de certification géré par Lignum. Ce système de certification atteste que la matière première ainsi que sa transformation est d'origine suisse. [58]

De nombreux autres labels dans le domaine de la construction existent dans le monde. La figure 1 présente les labels définis dans la présente section ainsi que certains non présentés. La liste dressée dans la section 2 se préoccupe essentiellement des labels présents en Suisse.



FIGURE 1 – Les différents labels dans le domaine de la construction selon leur lieu d’origine

En somme, il existe une grande diversité de labels dans le domaine de la construction. La liste de la section 2 sert de point de départ pour la suite du projet. Il est question maintenant de définir une méthode de sélection dans le but de ne retenir que les labels pertinents dans le contexte en Suisse. Ce point est développé dans la section 3.1.

### 3 Méthodologie

La section 3 définit les méthodologies adoptées afin d'étudier les différents labels du domaine de la construction. Les résultats permettent de mettre au point un outil d'aide à la décision adapté à chaque projet.

La section se compose de six parties. La première définit le cadre de l'étude ainsi que le processus de sélection des labels. La seconde présente les données analysées. La troisième définit la méthode d'agrégation des différents indicateurs. La quatrième partie présente la méthode ayant été utilisée pour évaluer les similitudes entre les indicateurs des labels. Enfin, la cinquième partie expose la démarche réalisée pour comparer les exigences des labels au niveau des EPnR et EGES. Enfin, la sixième et dernière partie développe la méthode de conception de l'outil.

#### 3.1 Cadre de l'Étude et Processus de Sélection des Labels Étudiés

L'outil doit servir à renseigner le potentiel de labellisation d'un ouvrage de construction dans le contexte suisse. Ainsi, les labels étudiés doivent être présents et utilisés sur le territoire suisse. De plus, l'échelle du projet peut s'agir d'un bâtiment, d'un quartier ou d'une commune/ville. Il n'est pas nécessaire de considérer de plus grandes échelles, car aucun label de ce type n'existe. Les échelles plus petites, comme les pièces ne sont pas considérées dans ce travail afin de restreindre le domaine d'étude.

Pour résumer, pour être considéré dans l'étude, un label doit remplir les points suivants :

- Le sujet est un ouvrage dans la construction,
- L'échelle du projet doit être un bâtiment, un quartier ou une commune/ville,
- L'échelle ne doit pas être celle d'un local/espace,
- Il doit être présent dans l'ensemble de la Suisse,
- Il doit être relativement connu en Suisse,
- Il doit comporter un système de notation ou une liste d'indicateurs.

Certains labels sont ambivalents et remplissent de manière incomplète la liste des critères ci-dessus. Il convient donc de donner quelques précisions :

- Le label HQE n'est pas assez utilisé en Suisse et n'est par conséquent pas considéré.
- Le label CECB ne comporte pas d'indicateurs. Il n'est donc pas considéré.
- Le label Minergie (-P, -A) ne comporte pas d'indicateurs. En revanche, une série d'indicateurs peut-être est établi à l'aide du document technique du label [42]. Ce label est donc considéré dans l'étude.

Les labels considérés sont donc les suivants : SEED, SNBS, Site 2000 Watts, Cité de l'énergie, SméO, Minergie, LEED, DGNB et BREEAM.

Une fois ce processus de sélection terminé, ces différents labels peuvent être analysés selon leurs données. Cette partie est expliquée en 3.2.

### 3.2 Données Analysées

Une fois les labels sélectionnés selon les besoins de l'outil, il est question d'analyser ces derniers pour en faire ressortir les thématiques, similitudes, différences et exigences afin d'implémenter ces différents résultats dans l'outil.

Le choix des données à analyser s'est porté sur les indicateurs des labels, car les systèmes de certification mesurent la performance environnementale, sociale et économique d'un ouvrage selon une liste de critères. Leur analyse va ainsi permettre de comparer les différents labels.

Étant donné que chaque label possède sa nomenclature, les définitions doivent être uniformisées afin d'améliorer la lecture ainsi que la comparaison.

Premièrement il faut définir ce qui est appelé "label" ou "norme" dans le présent document. Ces définitions proviennent du travail de Ludovic Heimo [23] :

- « Norme de construction : est un document technique définissant les pratiques de construction considérées comme règles établies. Il s'agit de références professionnelles reconnues, dont l'application est imposée et incontournable. »
- « Label de construction : regroupe une série de normes et d'objectifs moins formels permettant de produire une construction selon des attentes particulières, notamment dans le cas de construction durable. Un label de construction peut être assorti d'une certification attestant du respect des objectifs et normes indiquées et faisant état des performances et qualités atteintes dans la réalisation d'un projet ou l'aboutissement d'une démarche. »

Dans le cadre de cette étude les différents systèmes de notations seront appelés "labels".

Les labels mesurent les performances d'un ouvrage à travers des indicateurs. Il arrive que les appellations soient différentes entre les labels alors que le sens est identique. Il est donc nécessaire d'uniformiser les appellations afin de rendre possible une comparaison :

- **Domaine** : il héberge les différents objectifs regroupant des caractéristiques communes du développement durable dans la construction comme par exemple les trois piliers de la durabilité (société, économie, environnement).
- **Objectif** : il fixe une ligne directrice définissant les grands axes souhaités pour parvenir à un développement durable. Ils sont généraux et ne donnent pas de buts précis. Voici des exemples : économie régionale, zéro carbone, etc.
- **Critère** : ce sont les éléments de référence qui permettent d'estimer l'objectif en question. Voici des exemples : potentiel économique et régional, énergies renouvelables, etc.
- **Indicateur** : il est la traduction quantifiée ou qualifiée d'un critère. Il permet de définir précisément le but à atteindre dans le développement durable de la construction. Voici des exemples : choisir x % d'entreprises régionales, avoir > 15 % d'énergies renouvelables, etc. C'est aussi le niveau le plus précis ou le label va calculer le score global associé à l'ouvrage.

Le tableau 1 illustre le nombre de domaines, d'objectifs, de critères ainsi que d'indicateurs pour les différents labels étudiés.

Domaines, Objectifs, Critères et Indicateurs des Différents Labels				
Labels	Domaines	Objectifs	Critères	Indicateurs
SEED	0	6	30	60
SNBS	3	12	23	45
Site 2000 Watts	0	8	33	51
Cité de l'énergie	0	6	18	56
SméO (én.+env.)	0	4	8	85
SméO (én.)	0	1	0	6
SméO (Quartier)	0	14	29	119
Minergie	0	1	10	10
Minergie -P	0	1	10	10
Minergie -A	0	1	10	10
Minergie -ECO	0	3	17	88
LEED (NC et R, Tertiaire)	0	9	0	53
LEED (NC et R, Résidentiel)	0	9	0	54
LEED (Quartier)	0	5	0	59
LEED (Ville)	0	9	0	39
DGNB (NC)	0	6	10	38
DGNB (Quartier)	0	5	12	31
BREEAM (NC)	0	10	0	56
BREEAM (R)	0	10	0	54

Table 1 – Domaines, objectifs, critères et indicateurs des différents labels, NC : Nouvelle Construction, R : Rénovation

Dans certains cas, un remaniement des indicateurs est nécessaire afin de permettre l'analyse de l'ensemble des labels sélectionnés sans disqualifier un label présentant une particularité qui rendrait l'analyse incomplète ou imparfaite. Les données sont corrigées de la sorte :

- Site 2000 Watts : ce label présente une série d'indicateurs qualitatifs pour lesquels un système de notation est mis en place. En revanche, pour les indicateurs qualitatifs de l'Énergie Primaire non Renouvelable (EPnR) et l'EGES il n'y a pas de système de notation. Lorsqu'une agrégation d'indicateurs est réalisée, elle doit prendre en compte les points alloués. Afin de pouvoir réaliser ceci, il a été décidé d'allouer pour les six indicateurs quantitatifs un nombre de points équivalent à la moyenne du nombre de points des indicateurs qualitatifs. De plus, les indicateurs "Joker" ne sont pas considérés dans l'analyse étant donné qu'ils ne sont pas explicités.
- Cité de l'énergie : le nombre d'indicateurs dépend du potentiel réel de la commune, autrement dit, ce qu'elle peut réellement mettre en application. En effet, suivant les cantons, un indicateur sera par exemple de compétence communal alors que dans un autre il sera de compétence cantonal. Dans ce deuxième cas, l'indicateur en question serait retiré de la liste des indicateurs réalisable par la commune. Dans le but d'analyser ce label de la façon la plus complète, tous les indicateurs sont conservés.
- SméO Quartier : le label SméO Quartier ne possède pas de liste d'indicateurs. En revanche, l'outil en ligne SméO est formé de points où l'utilisateur doit entrer des valeurs, etc. Plusieurs entrées sont considérées comme des indicateurs, mais une partie des entrées est écartée, car elles servent uniquement pour les calculs de l'outil. Un double comptage aurait eu lieu, par exemple dans le cas où l'utilisateur doit entrer le combustible d'exploitation ainsi que la puissance de la chaudière. Il n'est donc pas cohérent de compter les deux entrées.
- Minergie (-P, -A) : ce label ne possède pas d'indicateurs. En revanche une liste d'indicateurs est créée grâce aux documents techniques du label.
- Minergie -ECO : les indicateurs Minergie sont ajoutés au complément ECO.

Les données les plus récentes au moment de l'étude sont considérées. Les documents sélectionnés faisant référence aux indicateurs du label se trouvent dans le tableau 2.

Données Principales des Labels Étudiés		
Labels	Année Document	Version Document
SEED	2021	Version 10/21 (Fourni par Sarah Schalles)
SNBS	2021	2.1 [37]
Site 2000 Watts	2021	[38]
Cité de l'énergie	2017	Catalogue Cité de l'énergie [39]
SméO (én.+env.)	2020	2.10 [41]
SméO (én.)	2020	2.10 [41]
SméO (Quartier)	2021	Outil en ligne [59]
Minergie (-P, -A)	2021	[42]
Minergie -ECO	2021	[60]
LEED (NC et R, Tertiaire)	2021	4.1 (Building Design and Construction) [43]
LEED (NC et R, Résidentiel)	2021	4.1 (Residential BD+C Multifamily Homes) [43]
LEED (Quartier)	2018	4 (Neighborhood Development) [43]
LEED (Ville)	2021	4.1 (Cities and Communities) [43]
DGNB (NC)	2020	International - New Construction [44]
DGNB (Quartier)	2020	District [44]
BREEAM (NC)	2016	International - New Construction [45]
BREEAM (R)	2015	2.15 (International - Non-Domestic - Refurbishment) [45]

Table 2 – Données principales des labels étudiés, NC : Nouvelle Construction, R : Rénovation

Dans la suite de ce travail, seuls les indicateurs sont utilisés. En effet, les niveaux supérieurs (domaines, objectifs et critères) contiennent des données trop agrégées, ce qui rendrait l'analyse comparative imparfaite.

Maintenant que les labels sont sélectionnés, les données à analyser définies, uniformisées et simplifiées, il est question de regarder comment mesurer les thématiques abordées par les différents labels.

### 3.3 Agrégation des Indicateurs par Thèmes

Dans cette section, une méthode d'agrégation des indicateurs des labels selon les thématiques abordées par ces derniers est développée. Ces résultats sont implémentés dans l'outil dans le but d'orienter le porteur de projet sur les thématiques les plus importantes.

La méthodologie appliquée est détaillée dans la section 3.3.2. Comme les différents labels comportent un système de notation ayant une influence sur la note et les différentes thématiques, celui-ci doit donc être pris en considération.

#### 3.3.1 Système de Notation

Les labels attribuent une note finale en points ou en %. Cette note est calculée à l'aide des résultats des indicateurs. Le système de notation du label permet de calculer la note finale de ce dernier. Ainsi, les thématiques qui découlent des différents indicateurs sont elles aussi influencées par le système de notation. Il est donc nécessaire d'en tenir compte dans cette analyse. Comme chaque label possède un système de notation différent, il est nécessaire de les présenter dans la partie 3.3.1.

Or, les formules de calcul ne sont pas nécessairement données dans les documents techniques des labels. Les indications sur la pondération et la façon dont les formules pourraient être retrouvées peuvent être incomplètes. Pour certains labels, il a été nécessaire de rechercher par tâtonnement si les pondérations correspondent effectivement à ce qui est annoncé dans la documentation technique.

Le but de cette partie est donc de présenter les différentes formules uniformisées afin de pouvoir les utiliser par la suite dans la méthode d'agrégation des indicateurs.



**DGNB** : la pondération pour le label DGNB se fait au niveau des indicateurs et des objectifs. C'est le système de pondération le plus complexe de tous les labels étudiés. Les formules 1 et 2 expliquent comment calculer la valeur d'un indicateur ou d'un objectif dans le système entier. Par soucis de lisibilité seules les formules finales sont présentées.

Valeur de l'indicateur I pondérée :

$$I_{i,pond} = \frac{I_i \cdot W_{I,i}}{\sum_{i=1}^N I_{i,max} \cdot W_{I,i}} \cdot W_{O,o} \quad [\%] \quad (1)$$

où :

$I_{i,pond}$  : est l'indicateur i pondéré [%]

$I_i$  : est la valeur de l'indicateur i [points]

$W_{I,i}$  : est le poids de l'indicateur i [-]

$I_{i,max}$  : est la valeur maximum de l'indicateur i [points]

$W_{O,o}$  : est le poids de l'objectif o [%]

$i$  : est l'indice de l'indicateur [-]

$j$  : est l'indice de l'objectif [-]

$N$  : est le nombre d'indicateur dans l'objectif j [-]

Valeur de l'objectif O pondérée :

$$O_{j,pond} = \frac{\sum_{i=1}^N I_i \cdot W_{I,i}}{\sum_{i=1}^N I_{i,max} \cdot W_{I,i}} \cdot W_{O,o} \quad [\%] \quad (2)$$

où :

$O_{j,pond}$  : est l'objectif j pondéré [%]

La note finale se calcule ainsi :

$$Note = \sum_{i=1}^N I_{i,pond} \quad [\%] \quad (3)$$

où :

$Note \in [0, 100]$  [%]

$Note_{Platine} \in [80, 100]$  [%]

$Note_{Or} \in [65, 80[$  [%]

$Note_{Argent} \in [50, 65[$  [%]

$Note_{Certifié} \in [35, 50[$  [%]

Non certifié  $\in [0, 35[$  [%]

**BREEAM** : la pondération pour le label BREEAM se fait au niveau des objectifs. Le système de pondération est donc moins complexe que pour le DGNB. Les formules 4 et 5 permettent de calculer la valeur d'un indicateur ou d'un objectif dans le système entier. Pour ce label, les pondérations changent d'un pays à l'autre. Ici les pondérations pour la Suisse sont considérées dans les calculs.

Valeur de l'indicateur I pondérée :

$$I_{i,pond} = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^N I_{i,max}} \cdot W_{O,o} \quad [\%] \quad (4)$$

Valeur de l'objectif O pondérée :

$$O_{j,pond} = \frac{\sum_{i=1}^N I_i}{\sum_{i=1}^N I_{i,max}} \cdot W_{O,o} \quad [\%] \quad (5)$$

La note finale se calcule ainsi :

$$Note = \sum_{i=1}^N I_{i,pond} \quad [\%] \quad (6)$$

où :

$$Note \in [0, 100] \quad [\%]$$

$$Note_{Remarquable} \in [85, 100] \quad [\%]$$

$$Note_{Excellent} \in [70, 85[ \quad [\%]$$

$$Note_{Trèsbon} \in [55, 70[ \quad [\%]$$

$$Note_{Bon} \in [45, 55[ \quad [\%]$$

$$Note_{Passable} \in [30, 45[ \quad [\%]$$

$$\text{Non certifié} \in [0, 30[ \quad [\%]$$

**LEED** : pour le label LEED, le système de pondération n'existe pas. En revanche, chaque indicateur a des points différents. La formule 7 explique comment calculer la valeur d'un indicateur et la formule 8 fait le lien entre les points de l'indicateur et sa part dans le système entier.

Valeur de l'indicateur I :

$$I_i = I_i \quad [points] \quad (7)$$

Part de l'indicateur I dans le label :

$$I_{i,part} = \frac{I_{i,max}}{\sum_{i=1}^N I_{i,max}} \quad [\%] \quad (8)$$

où :

$$I_{i,part} : \text{est la part de l'indicateur } i \text{ dans le label } [\%]$$

La note finale se calcule ainsi :

$$Note = \sum_{i=1}^N I_i \quad [points] \quad (9)$$

où :

$$Note \in [0, 110] \quad [points]$$

$$Note_{Platine} \in [80, 110] \quad [points]$$

$$Note_{Or} \in [60, 79] \quad [points]$$

$$Note_{Argent} \in [50, 59] \quad [points]$$

$$Note_{Certifié} \in [40, 49] \quad [points]$$

$$\text{Non certifié} \in [0, 39] \quad [points]$$

**Site 2000 Watts** : à l'image de LEED, ce label ne possède pas de système de pondération. Les formules sont donc similaires à celles de LEED.

**Cité de l'énergie** : également à l'image de LEED, ce label ne possède pas non plus de système de pondération. En revanche, chaque indicateurs possède un nombre de points différents. Pour avoir le label, une commune doit réaliser au moins 50 % (75 % pour Gold) du nombre de points réalisables pour elle. Les formules sont donc similaires à celles de LEED.

**SNBS** : ici le système de pondération n'existe pas et chaque indicateur a un nombre de points équivalents. En revanche, le nombre d'indicateurs par domaine varie. Comme chaque domaine contribue à 1/3 de la note finale, chaque indicateur possède donc un poids différent par domaine. La formule 10 permet de calculer le poids d'un indicateur et la formule 11 montre comment calculer le nombre de points d'un indicateur en fonction de son poids.

Poids de l'indicateur I :

$$W_{I,i} = \frac{1}{N_d} \cdot W_{D,d} = \frac{1}{N_d} \cdot \frac{1}{3} \quad [\%] \quad (10)$$

où :

$N_d$  : est le nombre d'indicateur dans le domaine d [-] , soit :

- 17 pour le social
- 12 pour l'économie
- 16 pour l'environnement

$W_{D,d}$  : est le poids du domaine d. Dans le label SNBS :  $W_{D,d} = 1/3$  [%]

Valeur de l'indicateur I "pondérée" :

$$I_{i,pond} = I_i \cdot W_{I,i} \cdot W_{D,d} = \frac{I_i \cdot W_{I,i}}{3} \quad [points] \quad (11)$$

La note finale se calcule ainsi :

$$Note = \sum_{i=1}^N I_{i,pond} \quad [points] \quad (12)$$

où :

$Note \in [0, 6]$  [points]

$Note_{Platine} \in [5.5, 6]$  [points]

$Note_{Or} \in [5, 5.4]$  [points]

$Note_{Argent} \in [4, 4.9]$  [points]

Non certifié  $\in [0, 3.9]$  [points]

**Pour les autres labels** : pour certains labels, aucun système de pondération n'existe. De plus, les indicateurs ne possèdent pas de points. Chaque indicateur doit être réalisé ou non selon ce que demande le label. Afin de calculer la valeur fictive d'un indicateur et la part de chaque indicateur dans le label, les formules 13 et 14 ainsi que les hypothèses suivantes sont nécessaires.

Il est supposé que chaque indicateur a une importance équivalente dans ce type de label étant donné qu'il n'y a ni un système de points, ni un système de pondération par indicateur/critère/objectif/domaine. La valeur fictive de chaque indicateur est donc équivalente à un. Cette valeur est fictive, car elle a uniquement comme but de calculer la part de chaque indicateur dans le label. Elle n'est pas utilisée dans le calcul final afin de savoir si un projet obtient ou non le label.

"Valeur" de l'indicateur I :

$$I_i = 1 \quad [points] \quad (13)$$

Part de l'indicateur I dans le label :

$$I_{i,part} = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^N I_i} = \frac{1}{N} \quad [\%] \quad (14)$$

Le processus de certification est terminé conformément à ce qui suit pour les labels (tableau 3).

Certification	
Labels	Conditions à réaliser (en plus des points/%)
SEED	100 % des indicateurs
SNBS	Max 1 note < 4 par domaine
Site 2000 Watts	Indicateurs qualitatifs et 50 % des points dans chaque objectif
Cité de l'énergie	-
SméO (én.+env.)	Indicateurs contraignants et 50 % des points par objectifs
SméO (én.)	Indicateurs contraignants
SméO (Quartier)	-
Minergie (-P, -A)	100 % des indicateurs
Minergie -ECO	Indicateurs contraignants et 50 % des points par objectifs
LEED (NC et R, Tertiaire)	Libre mais des indicateurs sont des prérequis
LEED (NC et R, Résidentiel)	Libre mais des indicateurs sont des prérequis
LEED (Quartier)	Libre mais des indicateurs sont des prérequis
LEED (Ville)	Libre mais des indicateurs sont des prérequis
DGNB (NC)	Libre mais doit réussir min requis dans SOC1.2.1, SOC2.1.1, TEC1.1.1
DGNB (Quartier)	Libre mais certains indicateurs sont soumis à des points minimum à réaliser
BREEAM (NC)	Libre mais certains indicateurs sont soumis à des points minimum à réaliser
BREEAM (R)	Libre mais certains indicateurs sont soumis à des points minimum à réaliser

Table 3 – Processus de certification

### 3.3.2 Méthode d'Agrégation

La méthode d'agrégation permet d'affilier les indicateurs selon différentes thématiques. Cette méthode est rendue possible grâce à l'uniformisation des données et à la prise en compte des différents systèmes de pondération.

La méthode développée s'appuie sur la norme ISO 21929-1 :2011 [61] qui définit six sujets de préoccupation et énumère des indicateurs principaux s'intégrant dans une des thématiques. Cette méthode ISO ne permet toutefois pas de prendre en compte les principales préoccupations des labels. En effet, la granulométrie d'analyse proposée ne semble pas assez fine. Pour palier à ce problème, les modifications suivantes sont apportées :

- Premièrement, afin d'avoir une granulométrie plus fine, deux thèmes manquants sont ajoutés :
  - Changement climatique et énergies renouvelables : dans la méthode ISO 21929-1 :2011, ce thème est considéré comme un aspect ayant un impact sur les écosystèmes. Or, c'est une catégorie d'impact dans le cas des ACV. Il est donc primordiale de savoir quels labels traitent de ce thème.
  - Transports durables : cet aspect n'est pas considéré dans la méthode. Or c'est un thème important dans le but de voir quels labels prennent des mesures dans le but de favoriser les transports durables.
- Prospérité économique et valeur économique : ces deux sujets de préoccupation proposés par la méthode ISO 21929-1 :2011 ont une trop grande similitude et peuvent amener à créer un biais lors de l'agrégation des indicateurs. Ainsi, ces sujets sont regroupés sous le même thème "Économie".

Une fois les thèmes de la matrice d'agrégation définis, il faut déterminer quels aspects se situent dans les différents thèmes afin d'agréger les indicateurs de façon cohérente et la plus commune possible. De manière générale, les aspects proviennent aussi de la méthode ISO 21929-1 :2011. Les modifications apportées précédemment sont pris en compte aussi dans la répartition des aspects. Les différents aspects sont définis de la façon la plus exhaustive possible dans la figure 2.

Chaque indicateur est réparti dans un des huit thèmes. Un indicateur ne peut appartenir qu'à un seul thème, de façon à éviter une trop grande subjectivité de la part de l'auteur. C'est le cas lorsque les labels ont des indicateurs simple comme pour les labels nationaux (SEED, SNBS, Site 2000 Watts, Cité de l'énergie, SméO, Minergie). Toutefois les labels internationaux (LEED, DGNB, BREEAM), ont des indicateurs très détaillés. Dans ce cas, si plusieurs thèmes sont abordés au sein d'un même indicateur, il est nécessaire de le répartir dans des thèmes différents en fonction des points alloués à chaque thème. De plus, lorsque les labels incluent un système de pondération, les thématiques affiliées sont influencées.

### Changement Climatique et Énergies Renouvelables

#### Concerne le GES et les énergies

- GES et EPnR construction/exploitation/mobilité
- Monitoring énergétique/mobilité → système de réduction énergétique
- Protection de la couche d'O<sub>3</sub>
- Efficacité énergétique de l'enveloppe (ce qui concerne le confort → « Santé & Bien-être »)
- ACV pour mesurer l'impact sur l'environnement au sens large des énergies/matériaux
- Écologie industrielle du point de vue énergétique

### Écosystèmes et Biodiversité

#### Concerne la protection de la biodiversité sur la parcelle

- Mesures favorisant la biodiversité
- Préservation du sol (gestion de l'H<sub>2</sub>O à ciel ouvert, infiltration/rétention, réduction des îlots de chaleur, etc.)
- Emplacement du lieu du projet (mitage, changement utilisation du sol naturel, etc.)
- Produits nocifs aux écosystèmes sur la parcelle (biocides, etc.)

### Ressources Naturelles

#### Concerne la préservation des ressources naturelles

- Qualité des matériaux (résistants, durable dans le temps, etc.)
- Matériaux d'origine renouvelable (label FSC, etc.)
- Matériaux recyclés et recyclables
- Préservation de la ressource en H<sub>2</sub>O (pollution et utilisation)
- Gestion des déchets (recyclage et diminution de la quantité)
- Site contaminé
- Mesures prises lors de la phase de chantier pour réduire les nuisances
- Les nouveaux habitants/utilisateurs peuvent choisir les finitions

### Santé & Bien-être

#### Concerne la protection de la santé des personnes

- Produits nocifs sur les matériaux (biocides, COV, etc.)
- Climat intérieur et extérieur (QA), bruit, confort thermique été/hiver, pollution lumineuse)
- Désamiantage/dépollution du bâtiment au préalable
- Sécurité (vol, système anti-feu, etc.)
- Accès aux informations du projet de construction
- Mise en place de solutions pour la gestion de conflit
- Mesures favorisant une alimentation durable sur le site (si espèces menacées → « Écosystème et Biodiversité »)

### Équité Sociale

#### Concerne l'accessibilité pour les personnes

- Mesures pour les personnes à mobilité réduite
- Accessibilité/proximité des infrastructures/services (infrastructures de transport → « Transports Dur. »)
- Mixité sociale
- Assistance/aide sur place pour les personnes

### Urbanisme, Patrimoine Culturel et Vie Sociale

#### Concerne le projet d'architecture et la vie sociale

- Intégration du projet dans l'espace (esthétisme, etc.)
- Qualité du projet (espaces int./ext. bien pensés : lieu rencontre, sphère privée protégée, densité d'occupation des logements, crée attrait pour la zone concernée, etc.)
- Mesures favorisant vie sociale et de quartier (activités, sensibilisation à la durabilité/économie, etc.)
- Développement avec commune/partenaire public
- Prise en compte du passé architectural/naturel du site
- Si un expert du label fait partie du projet de certification
- Si un de ces aspects touche au sens large de la durabilité/gestion du projet : planification, procédure, appel d'offre, assurance de qualité

### Économie

#### Concerne la planification des coûts et l'économie circulaire

- Cycle de vie des coûts (coûts et charges des logements, etc.)
- Équipements de la parcelle (H<sub>2</sub>O, gaz, etc.)
- Adaptabilité à utilisation/facilité à déconstruction, au remplacement
- Remplacement et accessibilité des installations techniques
- Processus de décision des assemblées de copropriété
- Concept d'utilisation (entretien, nettoyage, contrôle saisonnier des installations, etc.)
- Entreprises locales choisies pour les travaux
- Prise en compte des dangers naturels
- Mixité fonctionnelle
- Proposer une innovation durable ne se trouvant pas dans les indicateurs du label
- Taux d'emploi élevé

### Transports Durables

#### Concerne le réseau de transport des personnes

- Toutes les mesures visant à favoriser un réseau de transports durables (GES des transports → « Changement Climatique et Énergies Renouvelables »)

FIGURE 2 – Matrice d'agrégation des indicateurs selon les huit thèmes

La précision de la méthode est améliorée en prenant en compte ce facteur, grâce aux formules  $I_{i,pond}$  ou  $I_{i,part}$  définies dans la partie 3.3.1.

Dans la pratique, un projet n'atteint presque jamais tous les points. Toutefois, dans le modèle d'agrégation, c'est le cas, afin de représenter tous les champs des possibles du label. De plus, si des points bonus sont disponibles, alors ils sont pris en compte.

Les résultats de cette agrégation sont présentés à la figure 4 dans la section 4.

### 3.4 Similitudes entre les Indicateurs des Labels

Les labels présentent des indicateurs extrêmement variés, ne se basant pas forcément sur les mêmes normes. Il est difficile, par exemple, de savoir si une double certification est adéquate ou non, car il existe probablement une similitude entre certains labels. La section 3.4 a pour objectif de quantifier la similitude entre les indicateurs des différents labels. La méthode s'inspire du rapport [62], qui étudie la similitude entre le label SNBS et Site 2000 Watts. Cette méthodologie est adaptée afin de répondre aux besoins de l'étude, soit les labels sélectionnés à la section 3.1 avec trois échelles de projet différentes.

Il est donc nécessaire de comparer uniquement les labels avec des échelles de projet similaires. Ainsi le nombre de labels à confronter est réduit et la méthode ne doit pas comporter une complexité supplémentaire. De plus, il ne fait pas de sens dans un projet de comparer deux labels avec une échelle de projet différente, car l'un des deux ne sera pas utilisable pour labelliser le projet en question. En résumé, les labels sont comparés deux par deux de la manière suivante :

- Les labels quartiers sont comparés entre eux.
- Les labels bâtiments sont comparés entre eux.
- Le label SNBS est comparé avec les labels bâtiments et quartiers, car il peut être étendu à un label quartier comme il tient compte des aménagements extérieurs.

Une matrice est créée pour chaque cas de comparaison. Grâce à cette matrice, tous les indicateurs reçoivent un code couleur en fonction du résultat de l'analyse de similitude. La matrice entre le label SNBS et Minergie est donnée en exemple ci-dessous. Les autres matrices de similitudes sont en annexe aux figures 14, 15, 16, 17, 18 et 19. Les différents codes couleurs permettent de vérifier la corrélation générale entre deux labels. Ces derniers sont explicitées ci-dessous :

- Noir : les indicateurs sont corrélés négativement.  
Exemple : l'indicateur X1 du label X vise à réduire le nombre de places de parking tandis que l'indicateur Y1 du label Y vise à les augmenter.
- Blanc : il n'y a pas de correspondance entre les deux indicateurs. Ils ne qualifient/quantifient pas le même aspect. Une adaptation des deux indicateurs n'est pas souhaité.  
Exemple : l'indicateur X1 du label X vise à réduire le nombre de places de parking tandis que l'indicateur Y1 du label Y vise à utiliser moins d'eau.
- Rouge : les deux indicateurs sont similaires au niveau des aspects mais il y a des différences au niveau :
  - De la grandeur ou de la qualité évaluée,
  - De l'évaluation finale, de la méthodologie.

Une adaptation des indicateurs de manière générale serait nécessaire pour assurer la similitude.

Exemple : l'indicateur X1 du label X évalue la démarche de sélection du concours d'architecture tandis que l'indicateur Y1 du label Y évalue le résultat de la sélection du concours d'architecture.

- Jaune : les deux indicateurs sont évalués selon une méthodologie similaire mais il y a des différences au niveau des limites du système considéré par rapport :
  - À la différence du périmètre considéré de l'indicateur,
  - Où par rapport à la différence qualitative ou quantitative du résultat souhaité des deux indicateurs.

Une adaptation des limites du système serait nécessaire pour assurer la similitude.

Exemple : l'indicateur X1 du label X vise à réduire le nombre de places de parking de 50 % et tandis que l'indicateur Y1 du label Y vise à réduire le nombre de places de parking de 25 %.

Exemple : l'indicateur X1 du label X évalue l'EPnR de la construction pour tout le bâtiment, tandis que l'indicateur Y1 du label Y évalue l'EPnR de la construction pour les Surface de Référence Énergétique (SRE) uniquement.

- Vert : les deux indicateurs sont évalués selon une méthodologie similaire.  
Exemple : l'indicateur X1 du label X vise à réduire le nombre de places de parking de 50 %, tout comme l'indicateur Y1 du label Y.

Étant donné que cette analyse est chronophage et pour mener à bien la suite de l'étude dans le temps imparti, tous les labels n'ont pas été comparés au sein d'une même échelle du projet. En revanche, la présente méthodologie permet de poursuivre les résultats si besoin dans une prochaine étude.

XY	Ref	Indicateur Y	Indicateur X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	Doublet 1er degré y vers x	Doublet 2ème degré y vers x	Doublet 3ème degré y vers x	Doublet 4ème degré y vers x	Doublet 5ème degré y vers x	Si V et J Si V et R ou R et J			
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												0	0	0
				< 35 kWh/m2.a	< 55 kWh/m2.a	< 13 kWh/m2.a	< 1.2 m3/h.m2	Justification du confort selon SIA 382/11	Automatique et monitoring si SRE > 2000 m2	Aucune production de chaleur avec énergies fossiles, sauf si en dehors des pics de charge	Obligation à l'autoproduction	Obligation de postes de tubes vides	Justificatif selon SIA 387/14 si SRE < 250 m2	N	B	R	J	V									
1 1	101.1	Objectif et cahier des charges	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
2 2	102.1	Urbanisme et architecture	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
3 3	102.2	Participative	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
4 4	103.1	Densité d'occupation	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
5 5	103.2	Offre d'affectation dans le quartier	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
6 6	103.3	Construction sans obstacle	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
7 7	104.1	Offre d'espaces intérieurs semi-public	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
8 8	104.2	Offre d'espaces extérieurs semi-public	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
9 9	104.3	Sécurité subjective	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
10 10	105.1	Flexibilité et variabilité d'affectation	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
11 11	105.2	Qualité d'affectation	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
12 12	106.1	Lumière naturelle	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
13 13	106.2	Protection contre le bruit	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
14 14	107.1	Qualité de l'air	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
15 15	107.2	Layonnements linéaires et non linéaires	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
16 16	108.1	Protection thermique en été	B	B	B	B	B	V	B	B	B	B	B	0	9	0	0	1	0	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	0	0	
17 17	108.2	Protection thermique en hiver	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
18 18	201.1	Coûts du cycle de vie	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
19 19	201.2	Concept d'exploitation	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
20 20	202.1	Processus éléments de constructions	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
21 21	203.1	Processus décisionnel	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
22 22	204.1	Géologie et sites contaminés	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
23 23	204.2	Dangers naturels et sécurité sismique	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
24 24	204.3	Desserte technique	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
25 25	205.1	Accessibilité	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
26 26	205.2	Accès à la parcelle et aux équipements	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
27 27	206.1	Prix à la location/à la vente	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
28 28	207.1	Offre et demande d'affectation	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
29 29	208.1	Création de valeur régionale	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
30 30	301.1	Energie primaire non renouvelable po	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
31 31	301.2	Energie primaire non renouvelable pd	J	R	J	B	B	B	B	B	B	B	B	0	7	1	2	0	0	FAUX	VRAI	VRAI	FAUX	FAUX	0	1	
32 32	301.3	Energie primaire non renouvelable po	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
33 33	302.1	Emissions de gaz à effet de serre pou	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
34 34	302.2	Emissions de gaz à effet de serre pou	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
35 35	302.3	Emissions de gaz à effet de serre lie	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
36 36	303.1	Chapier	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
37 37	303.2	Gestion des ressources	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
38 38	303.3	Préservation de l'environnement et de	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
39 39	304.1	Mise en service systématique	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
40 40	304.2	Monitoring de l'énergie	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
41 41	304.3	Gestion des déchets	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
42 42	305.1	Concept de mobilité	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
43 43	306.1	Flore et faune	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
44 44	306.2	Infiltration et rétention d'eau	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
45 45	307.1	Densification des constructions	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	
TOTAL	N		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							1	1	1	43	0	Sans correctio		
TOTAL	B		44	44	44	45	44	45	45	45	45	45							2%	2%	2%	96%	0%	Avec correctio			
TOTAL	R		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0							1	1	0	43	0				
TOTAL	J		1	0	1	0	0	0	0	0	0	0							2%	2%	0%	96%	0%				
TOTAL	V		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
Doublet 1er degré	y vers y		FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	1	10%	1	10%										
Doublet 2ème degré	(J)		VRAI	FAUX	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	2	20%	2	20%										
Similitude (x vers y)			FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	1	10%	1	10%										
Aucune pass x vers y			FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	6	60%	6	60%										
Indicateurs opposés (N)			FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	0	0%	0	0%										
Si V et J			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
Si V et R ou R et J			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														

FIGURE 3 – Matrice similitude SNBS vs Minergie

Les résultats de cette analyse de similitude sont présentés dans la section 4.2.

### 3.5 Étude des Exigences des Valeurs Limites des EPnR et des EGES des Labels

Une fois que les similitudes sont analysées, les différences au niveau des exigences doivent être prises en considération afin de voir quels sont les labels les plus contraignants.

Les différents labels étudiés traitent de thématiques variées comme le montre la section 3.3. À cause de cela, il est donc difficile de pouvoir dire quel label est le plus durable d'entre tous. En effet, il faudrait regrouper chaque indicateur sous un score commun, comme il est possible de le faire dans la méthode d'ACV [63]. L'ACV permet de mesurer l'impact d'un bâtiment sur l'environnement et les personnes selon un score commun. Or, ceci introduit des pondérations sociales, car il faudrait comparer des thématiques ayant des catégories de dommages différentes, comme les EGES et la préservation de la ressource en eau par exemple. De telles pondérations sont subjectives et varient d'une personne à l'autre étant donné la différence de sensibilité de chacun. Ceci n'est donc pas souhaitable car l'analyse doit rester basée sur une méthode scientifique.

De plus, dans le cas de l'ACV, les différentes catégories d'impact (l'équivalent des thématiques dans ce travail) sont quantifiées. Or, ce n'est pas le cas des indicateurs. En effet, certains indicateurs sont quantifiables alors que d'autres ne le sont pas.

Afin d'examiner les différences des exigences des labels sur une base scientifique et commune, il a été décidé de comparer leurs valeurs limites au niveau des EGES et de l'EPnR. Les résultats permettront d'évaluer si les exigences sont cohérentes avec les objectifs de l'Accord de Paris.

L'EGES et l'EPnR sont analysées selon les trois aspects suivants :

- L'exploitation : cette phase couvre les besoins énergétiques globaux pondérés de l'énergie finale lors de la phase d'opération du bâtiment :
  - Chaleur : chauffage et Eau Chaude Sanitaire (ECS),
  - Électricité : ventilation, climatisation, éclairage, appareils, installations techniques.
- La phase de construction : cette phase couvre l'énergie grise émise par les matériaux de construction lors de leur production ainsi que leur élimination (fin de vie).
- La mobilité : cette phase couvre les dépenses énergétiques induites par la mobilité quotidienne au sens de la norme SIA 2040.

Ces valeurs varient selon le niveau de certification obtenu dans le label. Afin de rendre l'analyse équitable, les valeurs limites sont celles qui sont les plus permissives. Autrement dit, ce sont les valeurs qui permettent d'obtenir de justesse la certification du label. De plus, les valeurs changent en fonction du type d'affectation et de la typologie des travaux. Ainsi, le même type d'affectation est considéré, pour l'ensemble des labels ; une nouvelle construction d'habitats collectifs.

Ces valeurs limites sont systématiquement comparées entre elles. Pour tenir compte des valeurs actuelles, un comparaisons est faite avec les logements actuels selon la SIA 2040. De plus, pour intégrer la comparaison avec les normes les plus ambitieuses en Suisse, une comparaison avec la norme SIA 2040 est réalisée pour les valeurs cibles en 2050 ainsi que les exigences cantonales sur l'énergie du canton de Vaud (Modèle de Prescriptions Énergétiques des Cantons (MoPEC)). En plus de cela, afin de tenir compte des objectifs climatiques de la Suisse dans le contexte international, une analyse comparative avec la stratégie climatique 2050 du Conseil Fédéral [64] ainsi que le rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) [65] est effectuée.



Si certaines valeurs limites des labels ne sont pas similaires aux frontières définies ci-dessus, une adaptation est réalisée afin d'éviter de sortir de la comparaison un label qui pourrait être intégré. Les démarches réalisées sont expliquées ci-dessous :

- SEED : les valeurs limites se trouvent dans le document technique fourni par Sarah Schalles. Elles sont identiques aux valeurs cibles de la SIA 2040.
- SNBS : les valeurs limites sont celles des indicateurs 301.1 et 301.2 pour l'exploitation et la construction [37]. SNBS se base sur la valeur plus stricte de la SIA 2040 définissant une seule valeur pour ces deux phases. Pour représenter tout de même les valeurs séparément, la répartition s'est fait de la même façon que lorsque les valeurs sont séparées (EPnR : exploitation = 66 %, construction = 34 %; EGES : exploitation = 20 %, construction = 80 %). Les valeurs limites de la mobilité sont celles de l'indicateur 301.3.

Les valeurs considérées correspondent à la note 4/6 des trois indicateurs, soit 130 % pour l'exploitation et la construction et 120 % pour la mobilité, des valeurs de la SIA 2040.

- Site 2000 Watts : les valeurs limites se trouvent dans les indicateurs qualitatifs du label [38]. Ces valeurs s'appuient sur les valeurs cibles de la SIA 2040.
- Cité de l'énergie : ce label ne fixe pas de valeur limite pour l'EPnR et les EGES. Il n'est donc pas considéré dans l'analyse.
- SméO : les valeurs limites se trouvent dans les indicateurs du label [41] et correspondent aux valeurs cibles de la SIA 2040 (100 % pour l'exploitation et 125 % pour la construction).
- Minergie : les valeurs limites pour l'exploitation se trouvent dans le document technique du label [42] sous l'appellation "MKZ" (besoin net global de toutes les énergies finales d'exploitation du bâtiment, pondérées par les facteurs énergétiques nationaux). Les valeurs limites calculées par Minergie se basent sur les facteurs de pondération nationaux [66] [67]. Si ces valeurs reposent sur des caractéristiques scientifiques elles tiennent aussi compte d'autres aspects non-scientifiques, comme les volontés politiques. Or, afin de comparer les différents labels entre eux il est impératif que les valeurs soient calculées sur les mêmes critères scientifiques que les autres labels, soit les valeurs d'EPnR et des EGES de Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren - Conférence de Coordination des Services de la Construction et des Immeubles des Maîtres d'Ouvrage Publics (KBOB) [68].

La valeur MKZ est la somme de toutes les énergies finales (électrique, chauffage, ventilation, climatisation, ECS, éclairage, appareils, installations techniques et auto-production) pondérées par des facteurs de pondération nationaux. Or, ces différentes énergies finales tiennent compte d'un certain nombre de paramètres faisant intervenir un trop grand nombre d'hypothèses, comme la valeur d'auto-production, l'âge des appareils ménagers, etc. Il n'est donc pas raisonnable de réaliser autant d'hypothèses si un résultat cohérent est souhaité. Dans le but de transformer la valeur MKZ en une énergie primaire incluant des critères scientifiques, il a donc été décidé de simplifier l'équation MKZ en mettant en évidence le facteur de pondération. De plus, toutes les énergies finales sont ramenées à une seule valeur qui tient compte des différents paramètres énoncés par Minergie. La simplification finale donne ceci :

$$MKZ = g \cdot E_f \quad [kWh/m^2.an] \quad (15)$$

où :

$g$  : est le facteur de pondération national de l'énergie considérée [-]

$E_f$  : est l'énergie finale [ $kWh_f/m^2.an$ ]

Hypothèse : toute l'énergie finale provient du mix électrique suisse selon la valeur KBOB. Le facteur de pondération national est donc aussi en fonction du mix électrique suisse ( $g_{elec} = 2$  [66]), ainsi,

$$E_f = \frac{MKZ}{g_{elec}} = \frac{MKZ}{2} \quad [kWh_f/m^2.an] \quad (16)$$

grâce à  $E_f$ , on peut obtenir l'EPnR comme suit,

$$EPnR = f_{elec} \cdot E_f \quad [kWh_{PnR}/m^2.an] \quad (17)$$

où :

$f_{elec}$  : est le facteur de pondération KBOB pour l'énergie électrique (du mix suisse) = 2.52 [ $kWh_{PnR}/kWh_f$ ] [68]

Cet astuce permet de simplifier plusieurs équations impliquant de nombreuses hypothèses en une équation simple ne faisant intervenir que le facteur de pondération. Les détails des calculs se trouvent dans les annexes.

Enfin, pour obtenir les EGES associées aux dépenses énergétiques, les facteurs de pondération KBOB sont utilisés pour la même énergie considérée précédemment (énergie électrique), mais avec ceux des EGES et non de l'EPnR.

Les valeurs limites pour la construction (Minergie-ECO), se trouvent dans le document suivant [60]. Ces valeurs concernent uniquement la zone chauffée (la zone non chauffée n'est pas considérée).

- CECB : ce label n'est pas analysé mais il est représenté dans cette partie. Les valeurs limites sont calculées grâce à la formule issue du document technique du label [69] en page 53 et correspondent à une étiquette B. Ce label utilise aussi les facteurs de pondération nationaux des Conférences des Directeurs Cantonaux de l'Énergie (EnDK). Il a donc été nécessaire, comme pour Minergie, de modifier cette valeur afin de la faire correspondre à des critères scientifiques comme pour les autres valeurs. Voici les calculs :

$$E_{P,ref} = \left( \left( \frac{0.8 \cdot Q_{H,li}}{0.9 \cdot 0.95} + \frac{0.8 \cdot Q_{W,ref}}{0.9 \cdot 0.7} \right) \cdot g_{mazout} + E_{el,ref} \cdot g_{el} \right) \quad [kWh/m^2 \cdot an] \quad (18)$$

où,

$E_{P,ref}$  : est la valeur de référence [kWh/m<sup>2</sup>.an]

$Q_{H,li}$  : est la valeur limite pour les nouvelles constructions selon la SIA 380/1, soit 13 [kWh<sub>f</sub>/m<sup>2</sup>.an]

$Q_{W,ref}$  : est le besoin en ECS standard selon la SIA 2031, soit 21 [kWh<sub>f</sub>/m<sup>2</sup>.an]

$E_{el,ref}$  : est l'électricité standard selon la SIA 2031.

$g$  : les facteurs de pondération nationaux pour l'électricité et le mazout, soit 2 [-]

Ainsi, comme toutes les valeurs sont disponibles, il est possible de calculer  $E_{P,ref}$ . Il a été décidé que l'énergie est d'origine électrique, afin de garder une cohérence avec le calcul effectué pour celui du label Minergie, même si il aurait été possible de séparer les énergies électriques et thermiques. Ainsi les facteurs de pondération nationaux sont remplacés par les facteurs KBOB de l'énergie électrique :

$$EPnR = \left( \left( \frac{0.8 \cdot Q_{H,li}}{0.9 \cdot 0.95} + \frac{0.8 \cdot Q_{W,ref}}{0.9 \cdot 0.7} \right) \cdot f_{elec} + E_{el,ref} \cdot f_{elec} \right) \quad [kWh_{EPnR}/m^2 \cdot an] \quad (19)$$

- LEED : le label LEED Building+Construction Multifamily Homes ne fixe pas de valeur limite d'EGES ou d'EPnR pour obtenir la certification. Il n'est donc pas considéré dans la présente analyse. Le label LEED Ville fixe une valeur globale pour les EGES uniquement. De plus cette valeur ne prend pas en compte le même périmètre que celui de cette étude. Il n'est donc pas considéré dans la présente analyse.
- DGNB : ce label fixe des valeurs limites à l'indicateur ENV 1.1 pour la phase d'exploitation et de construction. En revanche, seul la phase de construction est analysée, car les valeurs limites de la phase d'opération sont calculées en fonction du type de projet avec une analyse de simulation thermique. Une valeur limite pour ce label ne peut donc être calculée pour la phase d'opération. DGNB Quartier ne fixe pas de valeur limite. Il n'est donc pas considéré dans l'analyse.
- BREEAM : l'indicateur Ene 01 du label BREEAM International - New Construction fixe des valeurs uniquement pour l'EPnR en phase d'exploitation. De plus la méthodologie de calcul est complexe et s'appuie sur d'autres standards que les nationaux. Le périmètre est donc différent que celui fixé dans cette étude. Ce label n'est donc pas considéré.
- Valeur Cible (SIA 2040) : les valeurs utilisées sont celles des valeurs cibles pour les habitations et nouvelles constructions de la SIA 2040.
- Stratégie Climatique 2050 [64] : le scénario zéro émission est considéré pour la comparaison entre le scénario de la stratégie climatique 2050 et les valeurs limites des différents labels. La valeur considérée est celle des bâtiments durant la phase d'exploitation. La mobilité ainsi que l'énergie grise de la construction ne sont pas exploitables étant donné qu'elles appartiennent à un niveau d'agrégation dont l'extraction n'est pas rendue possible dans le document. Les émissions pour le domaine du bâtiment concernent les ménages et les services. Il faut donc enlever la part des services de la façon suivante avec les hypothèses associées :

$$EGES_{2050} = \frac{EGES_{bâtiments,2050} \cdot \frac{2}{3}}{Pop_{CH,2050}} \quad [kgCO_2 - eq/p.an] \quad (20)$$

où :

$EGES_{2050}$  : sont les EGES par personne en 2050 pour les ménages [kg CO<sub>2</sub>-eq/p.an]

$EGES_{bâtiments,2050}$  : sont les EGES pour le secteur du bâtiment (ménages et services) en 2050 [kg CO<sub>2</sub>-eq]

$2/3$  : est la part des émissions des ménages dans les EGES du secteur du bâtiment [-]. Ce chiffre est estimé à l'aide de la figure 9 du rapport [64] pour 2020. Cette proportion est supposée rester constante jusqu'en 2050.

puis, l'EPnR est obtenue en regardant la consommation de chaque agent énergétique à la figure 11 du rapport [64]. La consommation des agents énergétiques est ensuite multipliée par les valeurs d'émission des énergies primaires non renouvelables de la table KBOB [68]. Cette démarche est détaillée dans l'équation 21.

$$EPnR_{2050} = \frac{\sum_i^N E_{f,i} \cdot f_i}{Pop_{CH,2050} \cdot SRE_p} \quad [kWh_{PnR}/p.an] \quad (21)$$

où :

$EPnR_{2050}$  : sont l'EPnR par personne en 2050 pour les ménages [kWh<sub>PnR</sub>/p.an]

$E_{f,i}$  : est l'énergie finale pour l'agent énergétique i du secteur des ménages en 2050 [kWh<sub>f</sub>]

$f_i$  : est le facteur de pondération KBOB de l'agent énergétique i [kWh<sub>PnR</sub>/kWh<sub>f</sub>] [68]. Voici les technologies considérées : Chauffage à Distance (CAD) = Chauffage à distance de l'incinération des ordures (0.452), électricité = Mix de production CH (1.85), Énergies Renouvelables (EnR) = Mix de produits des énergies renouvelables CH (0.036)

- Rapport du GIEC : les données du rapport du GIEC [65] sont croisées avec celles de la Stratégie Climatique 2050 de la Suisse dans le but d'évaluer si les efforts entrepris par la Suisse sont suffisants. Les calculs sont en annexe.
- Logement moyen suisse (SIA 2040) : les valeurs moyennes d'un logement actuel en Suisse sont calculées afin de voir si les labels proposent des améliorations par rapport à la situation actuelle. Les valeurs moyennes actuelles des logements suisses proviennent de la documentation D058 - Compléments et exemples relatifs au cahier technique SIA 2040 :2017.
- Logement moyen suisse : la valeur moyenne de la SIA 2040 pour la mobilité est comparée avec la valeur moyenne de la mobilité comprenant la mobilité quotidienne totale, sans allocation par type d'affectation. Voici la démarche détaillée :

Mobilité : l'EPnR pour la mobilité quotidienne actuelle provient du résultat du microrecensement mobilité 2015 [70]. Seuls la voiture, le train et le bus sont considérés. Le reste est négligé soit parce qu'il n'y a que peu de distance parcourue, soit parce que les facteurs d'émissions sont faibles. Les facteurs d'émissions proviennent de la base de données KBOB [68]. Voici le détail des calculs :

$$EPnR = d_{voiture} \cdot f_{voiture} + d_{train} \cdot f_{train} + d_{bus} \cdot f_{bus} \quad [kWh_{PnR}/p.an] \quad (22)$$

où :

$f_i$  : est le facteur de pondération KBOB pour l'EPnR du transport i (voiture : 0.909, train : 0.223, bus : 0.350) [kWh<sub>PnR</sub>/pkm] [68]

$d_i$  : est la distance annuelle parcourue par personne pour la mobilité quotidienne selon le transport i (voiture : 7'549, train : 2'526, bus : 515) [km]

Les calculs pour les EGES suivent la même logique que pour l'EPnR, mais avec le facteur de pondération des émissions.

- MoPEC (exigences cantonales du canton de Vaud) : le MoPEC prescrit une série d'exigences cantonales sur l'énergie d'exploitation des bâtiments. Les valeurs limites ne sont pas données telles quelles. Il a donc fallu calculer ces exigences à l'aide de la méthodologie suivante : un nouveau bâtiment respectant les exigences MoPEC ne doit pas consommer plus de 4.8 l d'équivalent mazout par an et m<sup>2</sup> [71], ce qui équivaut donc à 49.92 kWh<sub>f</sub> en prenant en compte le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) du mazout [72]. Cette valeur n'est pas intéressante dans cette étude, car seul l'EPnR est étudiée. Ainsi, il est nécessaire de la transformer. Ensuite, comme les cantons mettent en application le MoPEC ou une partie, il y a une potentielle grande disparité entre les différents cantons. Il a donc été décidé d'intégrer les exigences relatives à un seul canton, celles du canton de Vaud [73]. Les énergies autorisées dans chaque poste sont renseignées. Des exigences sont formulées selon des valeurs seuils dans chacun des postes par rapport à la part totale du poste. La part restante est supposée comme étant l'énergie la plus utilisée en Suisse (tableau 5). Puis, la part de chacun des postes par rapport à l'énergie finale est supposée (tableau 6). Enfin les facteurs de pondération pour passer de l'énergie finale à l'EPnR et aux EGES proviennent de la table KBOB [68] (tableau 5). Les différentes valeurs sont résumées dans les tableaux 4, 5 et 6.

Exigences MoPEC	
Nom	Valeur
E <sub>f</sub> MoPEC	4.8 l <sub>mazout-eg</sub> /m <sup>2</sup> .an

Table 4 – Valeurs pour les exigences MoPEC

Exigences du canton de Vaud					
Poste	Énergie	Exigences Vaud	Valeur facteur KBOB		Nom énergie KBOB
			EGES	EPnR	
ECS	CAD	Min 30 %	0.108	0.549	Chauff. à dist., moy. réseaux CH
	Gaz	70 % (supposé)	0.314	1.51	Centrale de chauffage, gaz
Chauffage	Fioul	Max 60 %	0.408	1.68	Centrale de chauffage, pétrole
	CAD	30 % (supposé)	0.108	0.549	Chauff. à dist., moy. réseaux CH
Électricité	PV	Min 20 %	0.081	0.289	Photovoltaïque
	Réseau	80 % (supposé)	0.102	2.52	Mix de consommateur CH

Table 5 – Valeurs pour les exigences du canton de Vaud

Part des postes	
Nom	Valeur
Part ECS supposée dans l'E <sub>f</sub>	20 %
Part chauffage supposée dans l'E <sub>f</sub>	40 %
Part électricité supposée dans l'E <sub>f</sub>	40 %

Table 6 – Hypothèses de la part des postes

Le calcul de l'EPnR se fait selon la formule 23 définie spécifiquement pour ce projet. Les EGES se calculent de la même manière.

$$EPnR = E_f \cdot PCS \cdot \sum_{j=1}^3 \left[ Part_j \cdot \prod_{i=1}^2 \{ Part_{j,i} \cdot f_{j,i} \} \right] \quad [kWh_{PnR}/m^2.an] \quad (23)$$

où :

Part<sub>j</sub> : est la part du poste j dans l'énergie finale [%]

Part<sub>j,i</sub> : est la part de l'énergie i dans le poste j [%]

f<sub>j,i</sub> : est le facteur de pondération KBOB pour l'énergie i dans le poste j [kWh<sub>PnR</sub>/kWh<sub>f</sub>]

E<sub>f</sub> : est l'énergie finale selon le MoPEC [l<sub>mazout-eg</sub>]

PCS : est le pouvoir calorifique supérieur du mazout (10.4) [kWh<sub>f</sub>/l<sub>mazout-eg</sub>]

De manière générale, une surface de 60 m<sup>2</sup>/p pour les logements (SIA 2040) est considérée dans les calculs lorsque l'EPnR ou les EGES sont donnés uniquement par surface ou par personne.

Les résultats de cette analyse de similitude sont présentés dans la section 4.3.

### 3.6 Développement de l'Outil du Potentiel de Labellisation au Stade de l'Avant-Projet

Les sections 3.3, 3.4 et 3.5 exposent les méthodes pour identifier les thématiques, les différences ainsi que les exigences des labels. Il faut maintenant utiliser les résultats obtenus pour qu'ils servent l'outil d'aide à la décision afin de sélectionner le(s) label(s) approprié(s) en fonction d'un certain projet.

Le but recherché de cet outil est d'aller plus loin qu'un simple guide, qui compare les labels et laisse le lecteur faire le choix parmi ces derniers. Ceci n'est pas souhaitable car le nombre de labels est élevé et leur diversité est importante.

Il est donc nécessaire de créer un outil interactif qui ne propose que les labels dont le porteur de projet a besoin. Cet outil doit s'appuyer sur une méthodologie capable de filtrer les différentes informations relatives aux labels et aux recherches réalisées dans ce travail.

Pour y arriver, l'outil va s'articuler autour de différentes questions dont l'utilisateur devra répondre. Seuls les labels applicables pour un projet de construction considéré seront présentés. Ceci grâce à une méthodologie de classification articulée autour des questions. Le nombre de questions doit être le plus court possible.

Les questions considérées sont les suivantes :

**Les questions** : elles doivent rester générales afin d'être applicables à l'ensemble des labels étudiés. Le processus de sélection des différentes questions est expliqué ci-dessous :

1. L'échelle du projet : cette question est centrale car elle va permettre d'identifier si l'ouvrage ou le projet est un bâtiment, un quartier ou une commune. Cette question permet de faire un large tri dans l'ensemble des labels présents en Suisse. Suivant la réponse, d'autres questions s'ouvrent.
2. Le thème le plus important : cette 2<sup>ème</sup> question va permettre de savoir la thématique importante pour le porteur de projet. Cette question s'appuie sur les résultats obtenus dans la section 3.3 qui identifie trois grandes familles de labels (durabilité globale, changement climatique/énergies, santé & changement climatique/énergies). Cette question permet là-aussi de faire un large tri, car les thématiques abordées par les labels sont essentielles pour évaluer la durabilité d'un projet.
3. L'origine du label : demande si la personne préfère labelliser son projet avec un label suisse, international ou si cela lui est indifférent. Cette question permet de renseigner le porteur de projet sur la portée de la visibilité du label (national ou international).

Si la réponse à la question 1 est "commune" la liste des questions suivantes ne s'ouvre pas, car les trois questions précédentes permettent d'identifier le ou les labels pouvant labelliser le projet, étant donné que le nombre de labels concernés par cette échelle de projet est restreint. En revanche, si la réponse est "bâtiment" ou "quartier", des questions supplémentaires apparaissent, car les questions précédentes ne permettent pas de restreindre suffisamment la liste de labels. Étant donné que les types d'affectations varient entre les labels quartier et bâtiments, les questions sont en partie différentes. Ainsi, le premier paragraphe présente les questions pour les bâtiments tandis que le second pour les quartiers.

4. Typologie des travaux : cette question permet de faire le tri entre les labels adaptés à la rénovation ou aux constructions neuves.
5. Type d'affectation : cette question permet de faire le tri et de sélectionner les labels s'occupant uniquement de l'affectation en question. La liste d'affectation est celle de la SIA 380/1 : habitats collectifs, habitats individuels, administrations, écoles, commerces, restauration, lieux de rassemblement (hôtel), hôpitaux, industries, dépôts, installations sportives, autre. Les piscines couvertes ne sont pas considérées et seront le cas échéant mis dans la catégorie "autres" si cette affectation est considérée par le label.

Une fois ces questions répondues, le tri est réalisé. Les questions complémentaires renseignent la personne sur la potentielle subvention et le coût des émoluments du ou des labels.

6. Canton d'implantation : cette question va permettre de renseigner sur la subvention accordée par le canton sur le label. Les cantons considérés sont les cantons de suisse romande, à savoir Fribourg, Genève, Jura, Neuchâtel, Valais et Vaud. Si la personne réalise le projet en-dehors des cantons romands, il peut choisir l'option "autres". Dans ce cas, le calcul n'est pas automatique. Les documents nécessaires aux calculs des différentes subventions pour les cantons proviennent du programme bâtiment de l'EnDK [74] et des différents cantons [75], [76], [77], [78], [79], [80].

7. SPd ou SRE : la surface entrée permet de renseigner trois conditions, les potentielles subventions, les émoluments qui se chiffrent en fonction de la surface, ainsi que les surfaces minimales requises par certains labels comme Site 2000 Watts et DGNB Quartier.
8. STd : cette question a la même utilité que la précédente si le label utilise cette surface au lieu de la SPd ou la SRE.

La section suivante présente les questions qui s’ouvrent si la réponse à la question 1 est "quartier" :

4. Typologie des travaux : cette question est la même que pour "bâtiment".
5. Type d’affectation : la question est la même que pour les bâtiments. En revanche les affectations sont modifiées afin de prendre en compte l’aspect quartier. Voici les réponses possibles :
  - (a) Habitats collectifs : pour les quartiers composés d’habitats collectifs uniquement.
  - (b) Habitats individuels : pour les quartiers composés d’habitats individuels uniquement.
  - (c) Zone mixte simple (habitats collectifs, administratif, commerces, écoles) : pour les quartiers composés d’habitats collectifs avec des commerces au rez-de-chaussé par exemple.
  - (d) Zone mixte complexe (habitats collectifs, administratif, commerces, écoles, restaurants, hôtels, autre) : pour les quartiers avec des commerces au rez-de-chaussé avec plus de diversité que précédemment.
  - (e) Zone industrielle : pour les quartiers à caractère industriel uniquement.
  - (f) Zone commerciale : pour les quartiers à caractère commercial uniquement.
6. Canton d’implantation : cette question est la même que pour "bâtiment".
7. SPd ou SRE : cette question est la même que pour "bâtiment".
8. STd : cette question est la même que pour "bâtiment".

**Classification des labels** : une fois les questions 1 à 5 répondues (1 à 3 dans le cas des villes), le(s) label(s) peut(vent) être proposé(s) grâce à la sélection réalisée par l’outil. Cette sélection vient de la méthodologie de classification qui s’appuie sur les questions 1 à 5 : échelle du projet, thèmes abordés, typologie des travaux, origine du label, type d’affectation. Cette méthodologie de classification forme un "arbre de décisions". Ce processus est présenté dans la figure 4. Le dernier étage ("résultats") représente les labels sélectionnés par l’outil en fonction des réponses de l’utilisateur. Ces catégories sont au nombre de 168.

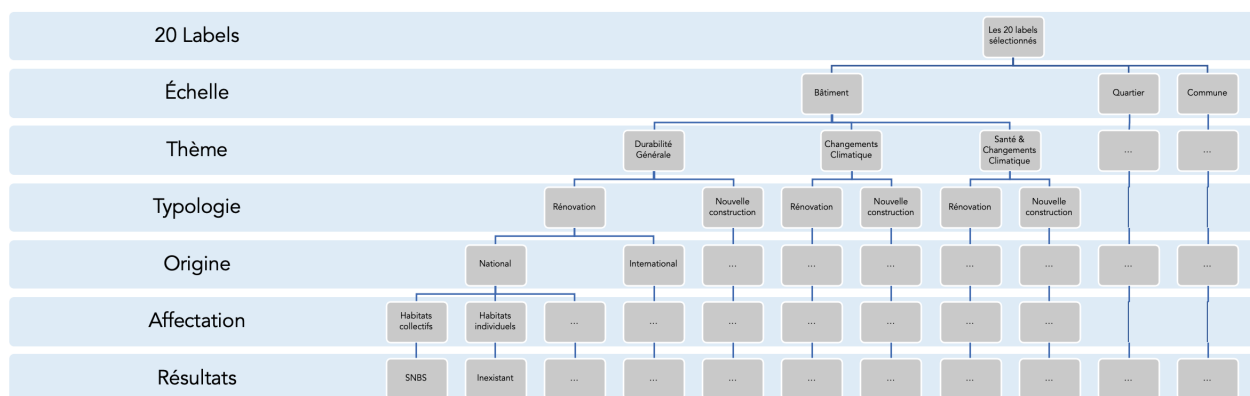


FIGURE 4 – Diagramme de décision de classification des 20 labels

Les 168 catégories, ainsi que les labels associés à ces dernières sont présentes dans le document Excel associé à l’outil codé en VBA.

Les informations supplémentaires quant aux différents étages de l'approche sont données ci-dessous :

1. L'échelle du projet : chaque label possède normalement une seule échelle de projet. Toutefois, il existe des spécificités pour les labels bâtiments prenant en compte les aménagements extérieurs. En effet, si ces derniers labellisent plusieurs bâtiments adjacents, ils prennent aussi en compte les espaces entre ces derniers. Par extension, cet ensemble de bâtiments labellisés se rapproche de ce qui peut s'apparenter à un quartier.  
Il a été décidé que ce format s'applique uniquement au standard SNBS, étant donné que les autres labels possèdent une appellation quartier.  
LEED (Ville) permet de labelliser de grands territoires, des villes, mais aussi des grandes zones, assimilables à des quartiers de grande ampleur. Étant donné que LEED possède un label quartier, le label LEED (Ville) ne permet dans cet outil que de labelliser une commune.  
Les échelles des différents labels sont présentées dans le tableau 7.
2. Le thème le plus important : chaque label possède une thématique. Elles sont au nombre de trois et découlent de la section 3.3.
3. L'origine du label : un label est national s'il est créé en Suisse par une quelconque organisation suisse. Il est international si l'organisation est d'origine étrangère. Ce point est résumé dans le tableau 8.
4. La typologie des travaux (uniquement bâtiment et quartier) : les typologies sont résumées dans le tableau 9 et proviennent des manuels techniques des labels.
5. Le type d'affectation (uniquement bâtiment et quartier) : les affectations sont résumées dans les tableaux 10 et 11. Elles proviennent des manuels techniques des labels.

**Visuel de l'outil** : en dernier lieu, il faut déterminer quels sont les éléments à présenter dans le but de permettre à la personne de prendre la meilleure décision possible. Les points suivants sont retenus :

- Résumé et logo : présente le label ainsi que ses spécificités en un coup d'oeil.
- Thématique : présente les thématiques abordées selon la section 3.3.
- Effort : ce point est présenté sous trois aspects
  - Nombre d'indicateurs : renseigne sur le nombre d'indicateurs présents dans le label. Plus il est élevé, plus il y a une potentielle complexité.
  - Effort moyen : renseigne la personne sur l'effort moyen qu'il faudra fournir pour obtenir la labellisation. Cet effort est noté sur une échelle allant de 1 à 4, où 1 représente un effort faible, 2 un effort modéré, 3 un effort marqué et 4 un effort important. Cette échelle mesure la complexité en termes de temps nécessaire à réaliser un indicateur, comme des tâches chronophages, des efforts importants en termes de gouvernance, etc.  
À chaque indicateur, une valeur entre 1 et 4 est assignée. Puis, une moyenne de ces valeurs selon le nombre d'indicateurs par label est réalisée afin d'avoir une note globale pour l'effort moyen. La méthode utilisée est similaire à celle utilisée dans l'article [81].
  - Compatible normes suisses : renseigne si le label est compatible ou non avec les normes nationales. La compatibilité assure en principe un effort moindre.
- Documents : renseignent la personne sur les outils et les documents disponibles et sur leur accessibilité.
- Aspects opérationnels : renseignent la personne sur la démarche à réaliser dans le but d'obtenir la labellisation.
- $\oplus$  &  $\ominus$  : renseignent la personne sur les aspects positifs ainsi que les aspects négatifs des différents labels.
- Coûts émoluments/adhésions : renseigne la personne sur les coûts des émoluments ou d'une adhésion à l'association du label. Ces coûts ne prennent pas en compte la construction ni les coûts des mandataires.
- Subventions : renseigne la personne sur les potentielles subventions offertes par la Confédération ou les cantons dans lesquels se trouve le projet en question.

**Format** : le logiciel sur lequel est implémenté l'outil doit être facile d'accès pour le plus grand nombre de personnes. Excel est donc choisi pour sa facilité d'accès pour le plus grand nombre. De plus, le langage de programmation Visual Basic for Applications (VBA) permet de réaliser une interface graphique.

Les résultats et les limites de l'outil sont discutés dans la partie 4.4.

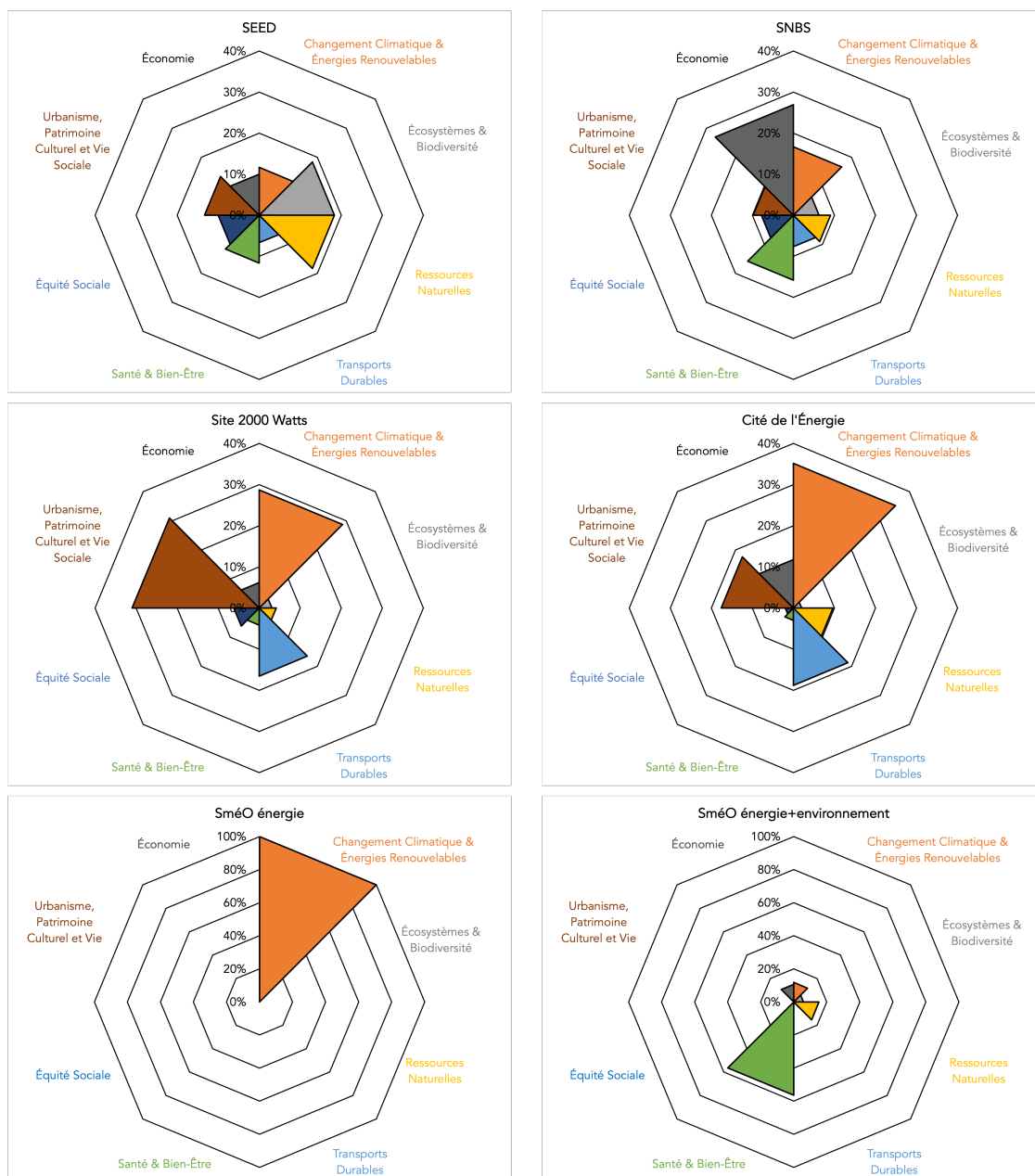
## 4 Résultats, Discussions et Limites

Cette partie présente les résultats, les discussions et les limites obtenus grâce à la méthodologie présentée dans la section 3. Les parties sont présentées dans cet ordre : l'agrégation des indicateurs par thèmes, les similitudes et les exigences entre les labels et finalement le développement de l'outil.

### 4.1 Agrégation des Indicateurs par Thèmes

#### 4.1.1 Résultats

La figure 4 présente les résultats de l'agrégation des indicateurs par thème. Les pourcentages représentent la part de la thématique dans le label.







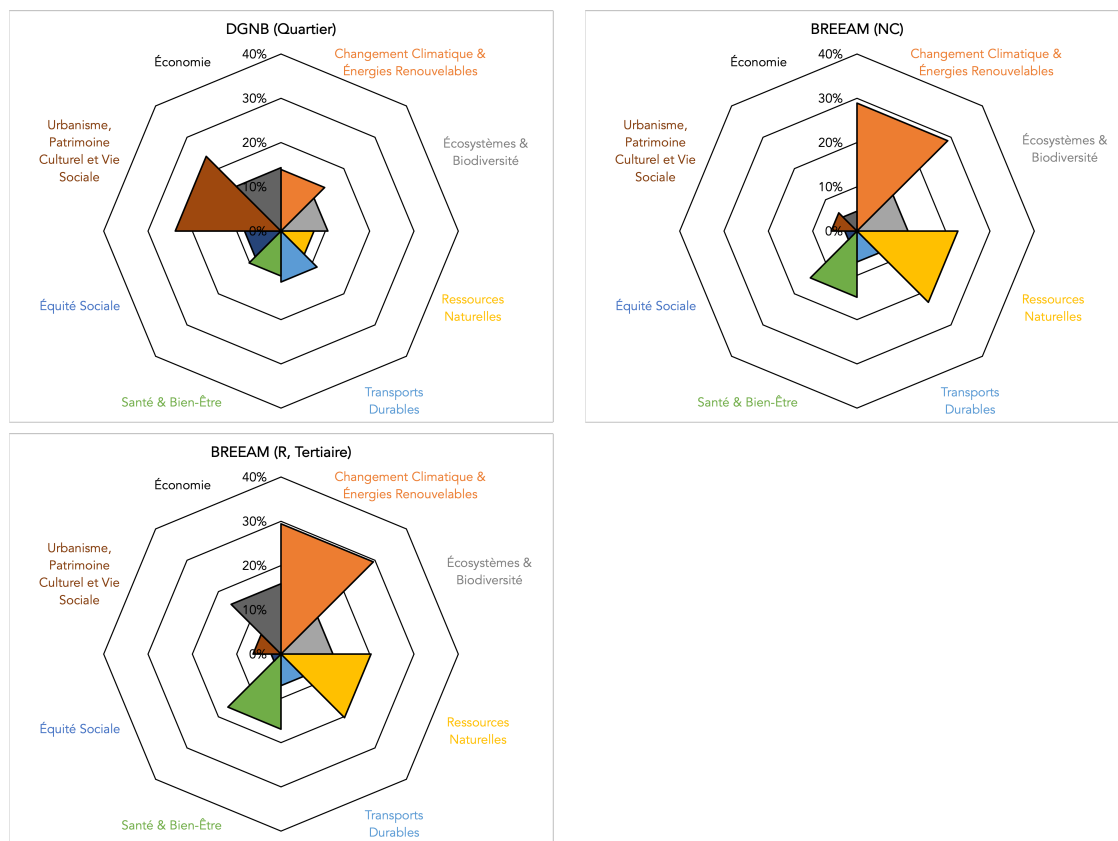


FIGURE 4 – Les 8 thématiques abordées par les différents labels

#### 4.1.2 Discussion

Premièrement, les résultats sont très diversifiés. Chaque labels abordent les thèmes de manière différente en accordant un poids particulier pour les différentes thématiques. Toutefois, il est possible de classer les différents labels en trois catégories :

1. La première catégorie correspond aux labels qui prennent en compte la durabilité dans son ensemble. Cela signifie que l'ensemble des thématiques sont abordées. Ces labels sont les suivants : SEED, SNBS, SméO Quartier, LEED (tous), DGNB (tous) et BREEAM (tous). Comme présenté dans la figure 4, les labels n'abordent pas la durabilité globale de la même façon. Certains labels équilibrent au maximum les différentes thématiques, comme SEED, SméO Quartier et DGNB Quartier. SNBS accorde une plus grande importance à l'aspect urbanisme, planification du projet. Ce résultat est similaire à celui de ce projet [23]. DGNB (NC) accorde une plus grande importance à la thématique santé & bien-être. Toutefois pour ce label, l'aspect biodiversité va bien plus loin que la plupart des labels alors que cette thématique ne compte que pour 4 % des points du label. Enfin, LEED et BREEAM ont une très faible représentativité en ce qui concerne l'équité sociale, notamment au niveau de l'accès aux logements pour tous. Néanmoins, LEED Quartier diffère de LEED Bâtiment, car la thématique de l'urbanisme et du patrimoine est davantage prise en compte, ainsi que l'équité sociale. Les résultats pour DGNB Quartier et LEED Quartier sont en concordance avec cette étude [21].

2. La seconde catégorie consiste en les labels qui prennent en compte de façon prépondérante les aspects de l'énergie et du changement climatique. Ces labels sont Site 2000 Watts, Cité de l'énergie, SméO énergie, Minergie (-P, -A).

Plusieurs sous-catégories peuvent être identifiées. Site 2000 Watts apporte une grande importance à la thématique du changement climatique, notamment à travers des indicateurs quantitatifs, qui respectent les valeurs cibles de la norme SIA 2040. Les aspects de l'urbanisme et du patrimoine sont bien représentés. Ceci reflète l'aspect gouvernance prôné par le label [23]. La thématique du transport durable est aussi bien représentée. Les résultats obtenus de Cité de l'énergie expriment une forte ressemblance avec Site 2000 Watts. Toutefois, ces deux labels sont fortement différents en plusieurs points, notamment au niveau de l'échelle du projet, mais aussi au niveau de la manière dont les indicateurs sont exprimés. Cité de l'énergie laisse plus de liberté à l'interprétation de l'indicateur, dans le but de permettre à la commune de choisir le meilleur moyen de mettre en application les recommandations.

D'autre part, deux labels sont relativement similaires entre eux, SméO énergie et Minergie (-P, -A). En effet, la thématique de l'énergie et du changement climatique est prépondérante dans ces deux cas. En revanche, certains aspects comme les valeurs limites des EGES et EPnR en phase d'exploitation sont différentes, car SméO prend en compte les valeurs cibles de la norme SIA 2040 alors que Minergie (-P, -A) prennent en compte les valeurs plus sévères du MoPEC 2014. SméO est donc plus difficile à atteindre sur ce point là que les labels Minergie.

3. La dernière catégorie est celle où les labels prennent en compte les aspects de l'énergie, du changement climatique ainsi que la santé & le bien-être. Ce sont les labels SméO énergie+environnement ainsi que Minergie (-P, -A) -ECO.

La composante ECO de Minergie prend en compte la santé & le bien être. Dans le cas de SméO, c'est la composante environnement qui prend en compte cet aspect. Un projet ne peut être labellisé uniquement avec cette composante. Il doit obligatoirement être rattaché à Minergie (-P, -A) et dans le cas de SméO à SméO énergie. C'est pour cette raison que ces labels prennent en compte les composantes santé & bien-être, énergie et changement climatique. La thématique santé & bien-être est cette fois-ci dominante dans le cas des deux labels, sans que l'aspect énergétique ne soit diminué, car le nombre d'indicateurs dans ce thème reste le même que précédemment. Ces deux labels sont extrêmement similaires au niveau de leur répartition des thématiques.

Cette classification des labels en trois grandes familles permet de réaliser un tri supplémentaire. Ainsi, le résultat offert par cette méthodologie est utile à l'outil.

**Discussion de l'approche méthodologique** : la présente méthodologie est polyvalente. En effet, elle ne s'appuie sur aucun label lors de la réalisation des thématiques, car ce travail est réalisé en amont avant d'agréger les indicateurs des labels. Il est donc possible de l'appliquer à l'ensemble des systèmes de certification de type ouvrage dès lors que ces derniers possèdent une liste d'indicateurs. De plus, le système de pondération propre au label est intégré, ce qui permet de renforcer la précision de la méthode, car chaque indicateur est représenté avec sa pondération, de la façon la plus juste.

L'approche peut-être analysée en comparant les résultats des précédentes publications. Selon l'étude [19], la thématique de l'énergie est la thématique la plus abondante pour LEED et BREEAM dans les nouvelles constructions. La conclusion est la même avec la présente méthodologie. De plus, selon [14], la thématique des matériaux est bien représentée, avec respectivement 12.5 et 15 %. Selon les résultat de la présente étude, cette thématique arrive aussi en deuxième position, mais avec 17 et 23 %.

Tout comme [28], cette méthode identifie la lacune du label BREEAM nouvelles constructions dans la thématique de l'économie et l'équité sociale, ainsi que pour LEED sur l'aspect d'équité sociale. Cette étude trouve en plus que l'aspect de l'urbanisme et patrimoine culturel est aussi une thématique presque absente chez LEED nouvelles constructions.

Dans ce travail, DGNB Quartier semble équilibré sur l'ensemble des thématiques, tout comme SEED et SméO Quartier. Selon l'étude [21], c'est le label quartier le plus équilibré, alors que LEED Quartier accorde plus d'importance à l'aspect gouvernance. Cette caractéristique ressort aussi dans la présente étude, au vu de la prévalence de la thématique urbanisme & patrimoine et vie sociale qui inclue l'aspect gouvernance. Cette thématique se retrouve aussi majoritaire dans le label Site 2000 Watts qui est un label de gouvernance par excellence.

Si les études ci-dessus semblent en accord avec le présent travail sur les labels comme LEED, BREEAM et DGNB, ce n'est pas suffisant pour affirmer si l'approche semble correcte sur l'ensemble des labels.

Il est possible de répondre à cette question en comparant la méthodologie et les conclusions du guide réalisé par SNBS [35] en novembre 2021. La première différence est sur les thématiques abordées. Si elles sont dans l'ensemble similaires et au nombre de huit, deux thématiques sont différentes. La première est que le guide de SNBS a une thématique spécifique pour l'énergie d'exploitation alors que dans cette étude, cette thématique est incluse dans le changement climatique et énergie. En revanche, dans ce travail, la thématique urbanisme patrimoine culturel & vie social est séparée de l'équité sociale, alors que dans le guide de SNBS, ces deux aspects sont inclus dans la thématique société.

Ainsi, l'avantage de la méthode développée dans la présente étude permet de vérifier si les aspects de gouvernance ou au niveau de l'équité sociale sont présents. Comme dit précédemment, la seconde thématique manque dans LEED et BREEAM alors que ce point apparaît comme complet dans le guide SNBS. De plus, l'aspect gouvernance peut ressortir des thématiques abordées par les labels, comme c'est le cas pour Site 2000 Watts et LEED Quartier.

La deuxième différence réside dans la façon dont les données sont présentées. Dans cette étude, avec l'intégration des systèmes de pondération, il est possible de donner un chiffre sur le taux de représentativité des thématiques.

Un point commun entre les deux études est que les labels SNBS, DGNB quartier et SméO quartier ont des approches de durabilité globale. En revanche, SméO bâtiment est présenté comme ayant une approche de durabilité globale, alors que la liste d'indicateur ne vise pas cette globalité. Toute comparaison avec le label SEED n'est pas possible, car le guide SNBS ne le considère pas.

En conclusion, les études semblent dans la majorité confirmer la méthode d'agrégation réalisée dans ce travail. Les écarts peuvent provenir de trois facteurs principaux.

Le premier est la version du label considéré. La majorité des études ne prennent pas en considération la version la plus récente des labels, comme c'est le cas dans la présente étude. Ainsi, les indicateurs changent et avec eux, la représentativité des thématiques.

Deuxièmement, ce travail inclut le système de pondération de chacun des labels alors que les études ne le font pas forcément.

Troisièmement, une différence dans la représentation des résultats entre cette étude et les autres peut provenir du fait que les différentes thématiques de la durabilité ainsi que des indicateurs associés peuvent ne pas être les mêmes.

**Discussion générale** : si certains labels prennent en compte la durabilité dans sa globalité, une thématique importante n'est que très peu souvent abordée : l'alimentation durable. En effet, les seuls labels qui abordent ce thème sont SEED, LEED Quartier et DGNB Quartier. Cette thématique est importante, car elle représente une partie majeure des émissions carbone d'une personne en Suisse [82]. L'agriculture conventionnelle [83] a également un impact sur la biodiversité. La promotion d'une agriculture moins intensive peut amener à régénérer la qualité de la biodiversité [84].

De plus, la thématique santé & bien-être se focalise proportionnellement plus sur l'aspect de la qualité des matériaux de construction que sur le confort des personnes. Les labels doivent davantage se construire autour des personnes que du bâtiment.

Le résumé de la présente section est illustré dans la figure 5.

L'ensemble des labels présentés dans la partie 2 sont intégrés dans la figure 5 dans le but de rendre la figure la plus générale possible.

Les labels suisses se sont premièrement développés autour du thème de l'énergie, avec Minergie et Cité de l'énergie. Puis, le thème de la durabilité dans sa globalité (économie, social et environnement) a pris de l'importance dans la société. Ceci a eu pour but la création de nombreux labels sur ce thème, comme SméO, OPL, SNBS et SEED.

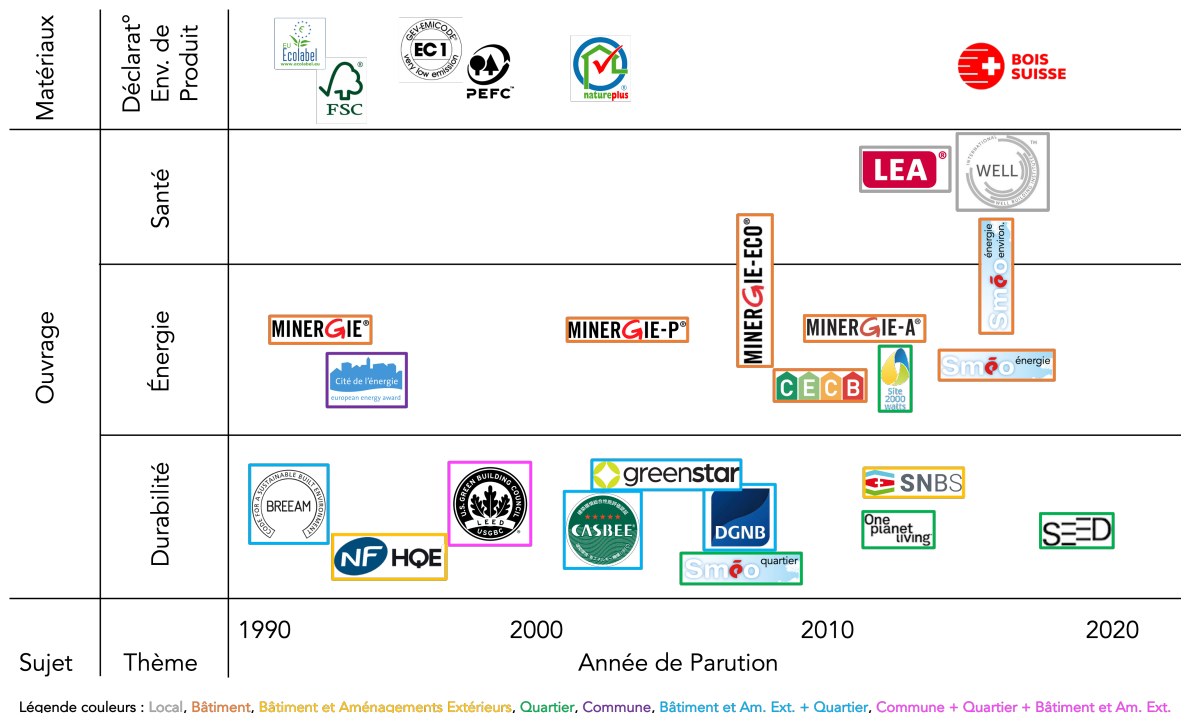


FIGURE 5 – Représentation des différents labels selon l’année de parution, les thèmes abordés et l’échelle du projet considérée

#### 4.1.3 Limites de la méthode

- Les labels internationaux ont des indicateurs plus développés que les labels nationaux. Si cela est nécessaire, il est possible d’associer à un indicateur plusieurs thèmes pour les labels internationaux. Ceci n’est pas nécessaire pour les labels nationaux. Cette situation peut créer un potentiel biais entre les labels suisses et étrangers. En effet, en allant plus loin dans les détails, certaines complexités au niveau de la technicité du label peuvent s’accroître.
- Cité de l’énergie : la présente méthode est développée initialement pour les labels ayant des critères relativement précis. Cela n’est pas toujours le cas pour les indicateurs de Cité de l’énergie, car ils doivent énoncer une piste d’amélioration, tout en laissant une grande marge de manoeuvre pour que la commune en question puisse mettre en application la mesure. Ceci peut donc amener à mettre des indicateurs dans une thématique car ils sont exprimés d’une certaine manière, alors que leur mise en application permettra de prendre en compte plusieurs thématiques.
- Site 2000 Watts : comme il n’y a pas de points pour les indicateurs quantitatifs, une hypothèse est réalisée afin de définir un nombre de points et de réaliser la méthode d’agrégation. Pour tenir compte de l’importance accordée à ces indicateurs, ces derniers valent la moyenne des points des indicateurs qualitatifs. Les résultats sont donc évidemment influencés par cette hypothèse.
- Les labels sont analysés au niveau le plus précis, leurs indicateurs. Cela permet de représenter au mieux le thème ciblé par le label. Les niveaux supérieurs de part leur trop grande agrégation ne permettent pas de cibler précisément le thème en question. En revanche, les indicateurs de part leur précision peuvent présenter un biais au niveau de la personne qui réalise l’agrégation. En effet, les aspects techniques et opérationnels sont nombreux et très diversifiés. Cet effet peut amener à créer des allocations différentes en fonction de la personne qui réalise l’étude [25]. Si un plus haut niveau de précision est souhaité, il serait intéressant de refaire cette étude avec la même méthodologie par différentes personnes pour vérifier que les aspects techniques et opérationnels créent un biais ou non.

## 4.2 Similitudes entre les Indicateurs des Labels

### 4.2.1 Résultats

Cette partie analyse les similitudes et les différences entre les labels au niveau des indicateurs. Les résultats présentés dans la figure 6 découlent de la méthodologie appliquée dans la partie 3.4.



FIGURE 6 – Similitudes et différences entre les différents labels

### 4.2.2 Discussion

Les résultats tels que présentés dans la figure 6 mettent en évidence la similitude entre un label et un autre, grâce à la méthodologie qui classe l'ensemble des indicateurs en cinq niveaux de similitudes relatifs entre deux labels. Cela permet de voir si il est judicieux de réaliser une double labellisation. Cette méthode permet aussi de se rendre compte de l'effort à fournir pour passer de l'indicateur X1 du label X à l'indicateur Y1 du label Y. La méthodologie est polyvalente, car elle permet de traiter toutes les échelles du projet : bâtiment, quartier, commune. Il est toutefois nécessaire d'analyser deux labels avec des échelles de projet identiques afin que l'analyse fasse du sens.

Le premier résultat concerne la certification SNBS et Minergie (-P, -A) -ECO. Sur la figure 6, 63 % des indicateurs de SNBS sont identiques (vert) ou fortement similaires (jaune) à ceux de Minergie (-P, -A) -ECO. Ainsi, si un bâtiment est labellisé SNBS, il serait plus judicieux d'un point de vue durabilité de choisir un autre label en vue d'une double certification que Minergie (-P, -A) -ECO. En revanche, l'aspect financier offert par les subventions cantonales de Minergie peut être intéressant.

Les résultats entre SNBS et Minergie (-P, -A) -ECO sont similaires avec ceux de SNBS et SméO énergie+environnement. En effet, la proximité entre les indicateurs de Minergie (-P, -A) -ECO et SméO énergie+environnement est élevée, comme présenté dans la figure 6.

Entre SEED et SNBS, les résultats montrent un niveau de similitude relativement faible. Seuls 31 % (respectivement 18 %) des indicateurs sont identiques ou fortement similaires. Les approches quartiers et bâtiments de ces deux labels sont donc fortement différentes.

Le label LEED est le plus éloigné du standard SNBS dans cette analyse. En effet, la majorité des indicateurs n'offrent aucune correspondance (blanc). De plus, aucun indicateur n'est complètement similaire entre les deux labels (vert). De surcroît, seuls 5 % (respectivement 4 %) des indicateurs de SNBS sont fortement similaires (jaune) chez LEED. Près de 41 % (respectivement 24 %) des indicateurs traitent du même aspect mais sont fondamentalement différents au niveau de l'approche entre SNBS et LEED. Ces résultats montrent que ces deux labels sont très différents de part leur approche, mais aussi au niveau de la différence des normes utilisées. Cette faible redondance laisse à penser qu'une double certification permet d'augmenter de manière significative la durabilité d'un projet.

### 4.2.3 Limites de la méthode

La principale limite de cette méthode est que le niveau de précision et l'exactitude de cette dernière dépendent de la connaissance des enjeux des indicateurs. En effet, la méthodologie des indicateurs peut être complexe, ce qui rend difficile l'évaluation de la similitude entre deux indicateurs. Pour augmenter la précision et l'exactitude, cette méthode devrait être réalisée par plusieurs personnes ayant pu traiter de l'ensemble des labels sur les phases de planification mais aussi opératoire. Cela dans le but de saisir au mieux l'ensemble des enjeux.

### 4.3 Étude des Exigences des Valeurs Limites des EPnR et des EGES des Labels

#### 4.3.1 Résultats

Cette section a pour objectif d’analyser la différence des exigences des labels, en se concentrant uniquement sur les valeurs limites des EGES et EPnR. Les résultats proviennent de la partie 3.5 et sont présentés à l’aide des figures 7, 8, 9 et 10. Ces figures contiennent l’EPnR en fonction des EGES par surface et par an des différents labels. L’affectation ainsi que la temporalité considérée sont les mêmes pour toute cette analyse ; les immeubles collectifs et les nouvelles constructions. Ceci permet de garantir une analyse équivalente entre les différentes valeurs. Les trois phases de la SIA 2040 sont examinées, soit la phase d’exploitation, de construction et la mobilité.

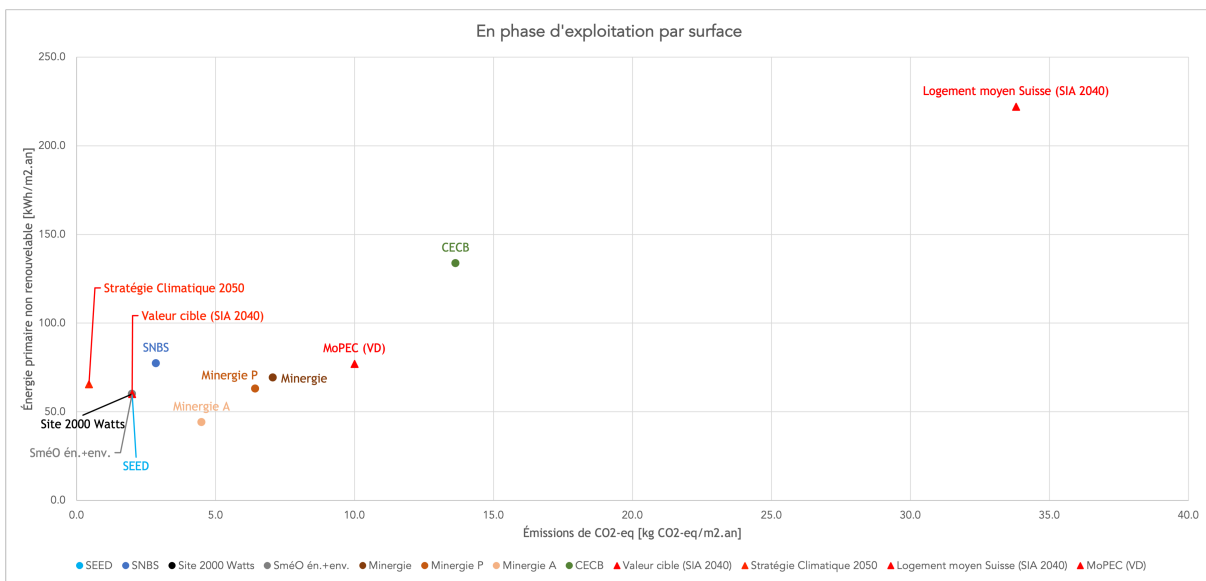


FIGURE 7 – EPnR en fonction des EGES en phase d’exploitation par surface

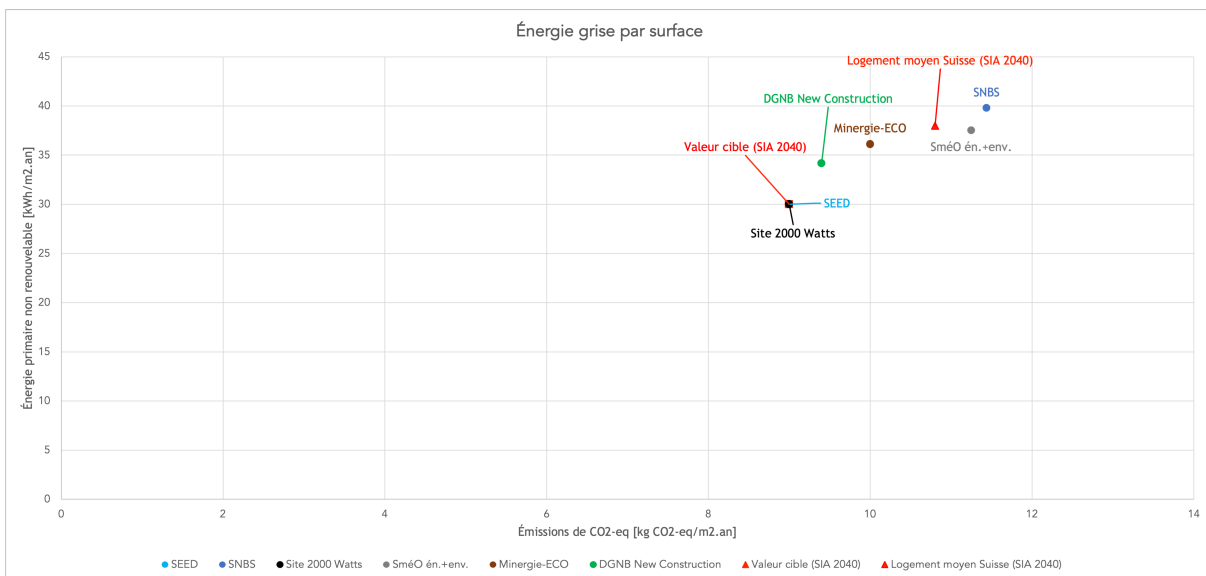


FIGURE 8 – EPnR en fonction des EGES selon l’énergie grise par surface



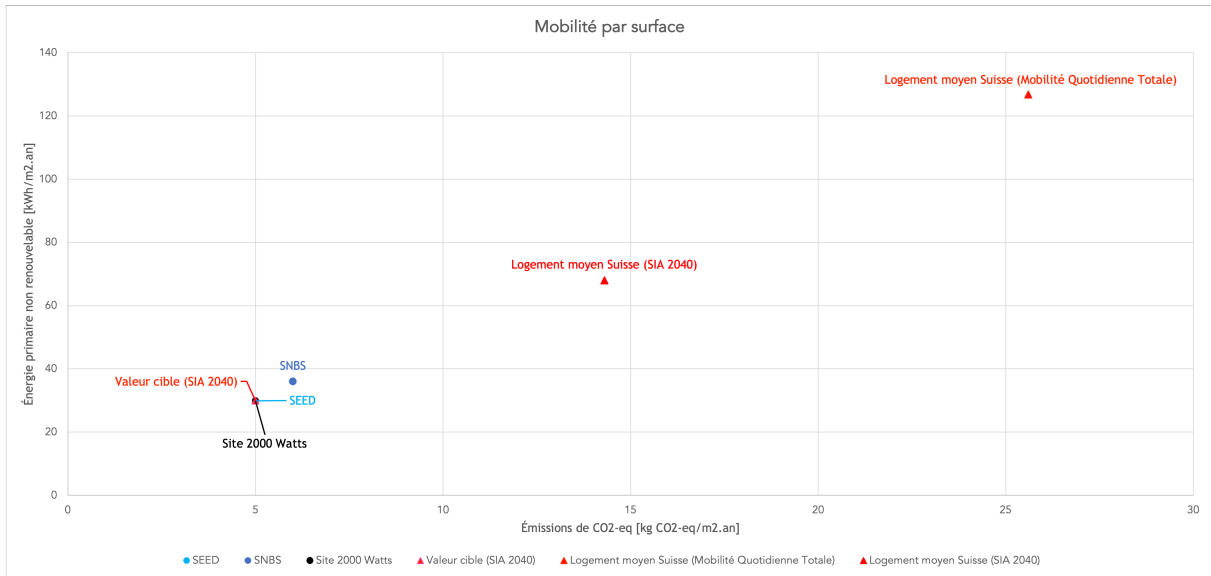


FIGURE 9 – EPnR en fonction des EGES selon la mobilité par surface

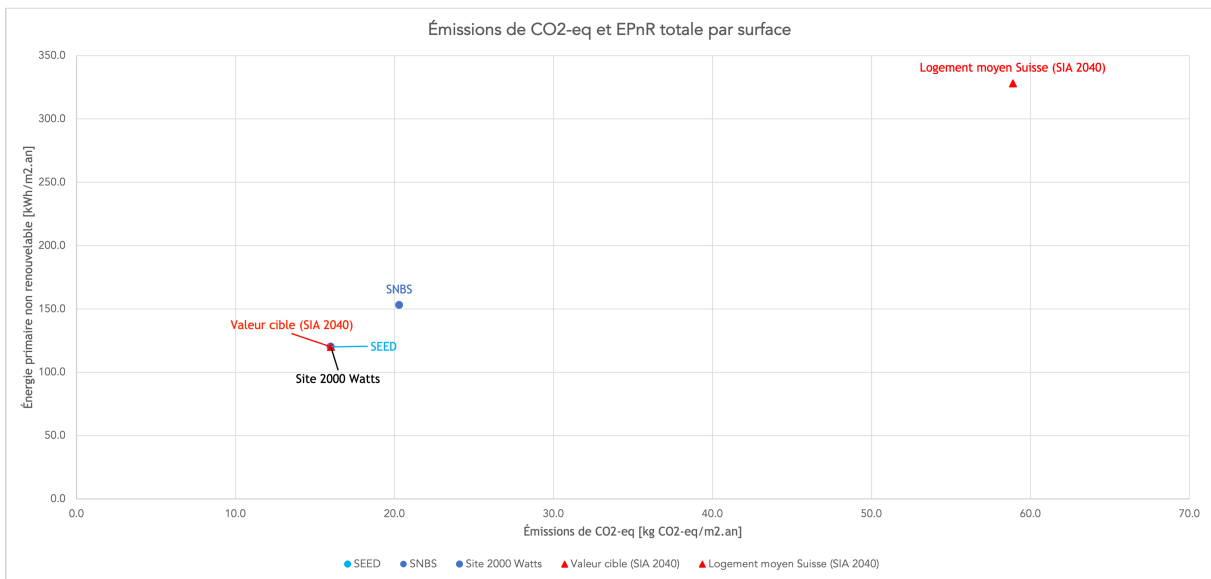


FIGURE 10 – EPnR en fonction des EGES au total par surface

### 4.3.2 Discussion

**Phase d'exploitation** : la figure 7 présente les labels imposants des valeurs limites d'EPnR et d'EGES en phase d'exploitation.

Premièrement, les labels internationaux étudiés n'imposent pas de valeurs limites en phase d'exploitation au sens des limites définies dans cette étude. Seuls les labels nationaux le font. Les labels nationaux se basent sur deux normes dans le but de définir leurs valeurs limites. Minergie (-P, -A) prennent en compte les valeurs du MoPEC alors que SNBS, SEED, Sites 2000 Watts et SméO se basent sur la norme SIA 2040. Ainsi, les labels s'appuyant sur la norme SIA 2040 ont des valeurs proches de cette dernière. Il ne sont jamais plus strictes que la norme SIA 2040, car elle fixe des valeurs ambitieuses par rapport à ce qui se fait aujourd'hui, étant donné que ce sont les valeurs à atteindre pour l'année 2050. En revanche, ce n'est pas le cas pour les labels qui se basent sur le MoPEC. En effet, le MoPEC est une loi définissant le cadre minimal pour les bâtiments en phase d'exploitation. Comme les labels vont généralement plus loin que les normes légales minimales, Minergie (-P, -A) a des valeurs limites plus exigeantes que le MoPEC. Le label CECB est moins strict que le MoPEC selon les résultats de cette étude. Les hypothèses de la méthodologie imposent par soucis de cohérence avec le label Minergie que l'ensemble de l'énergie provient du secteur électrique. Si le facteur de pondération KBOB avait considéré le mazout et électricité, les valeurs auraient été de  $122 \text{ kWh}_{PnR}/\text{m}^2.\text{an}$  et de  $18 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2.\text{an}$ , ce qui représente une faible différence par rapport aux valeurs calculées. L'hypothèse réalisée dans la méthodologie est donc cohérente. Ainsi, les labels vont donc plus loin que les normes légales minimales et pour certains labels, ils sont équivalents aux valeurs ambitieuses de 2050.

D'autre part, la figure 7 montre une amélioration entre 73 % et 40 % pour l'EPnR et entre 94 % et 60 % pour les EGES entre les labels et le parc de logement en Suisse (logement moyen suisse (SIA 2040)). Il faut toutefois nuancer cette nette amélioration, car les logements moyens suisses prennent en compte les immeubles locatifs neufs (récents) ainsi que les anciennes constructions. La valeur des anciennes habitations pas encore rénovées est plus élevée que celle des immeubles neufs ou labellisés. En outre, les exigences fixées par les labels sur la thématique énergétique et climatique en phase d'exploitation est remarquable.

**Phase de construction** : dans la figure 8, les labels imposants des valeurs limites d'EPnR et d'EGES pour les matériaux de construction sont présentés.

Premièrement, seul le label DGNB NC impose ce type de limite pour les labels internationaux. Tous les labels nationaux imposants des valeurs pour la phase d'exploitation imposent aussi de telles limites pour l'énergie grise. Les labels Minergie (-P, -A) sont représentés avec la composante ECO de Minergie. Comme tous les labels s'appuient sur la norme SIA 2040 pour la phase de construction, il en ressort une corrélation presque parfaite entre cette dernière et les différents labels. Seul le label DGNB ne se base pas sur la norme SIA. Il est toutefois dans le prolongement de cette corrélation.

Comme lors de la phase d'exploitation, aucun label ne va plus loin que la norme SIA 2040 pour les mêmes raisons.

En revanche, la figure 8 montre que les logements moyens en Suisse (selon SIA 2040) n'ont pas une énergie grise significativement plus importante que les labels. La moyenne serait même mieux que les valeurs des labels SNBS et SméO les plus permissives, mais moins bonnes que les labels suivants à 100 % les valeurs cibles de la norme SIA 2040. Ces résultats s'expliquent par le fait que le parc de logements actuel prend en compte les constructions actuelles et anciennes. Ces dernières sont pour la plupart moins bien isolées, car leur enveloppe thermique est moins performante. Ainsi, si les performances en exploitation sont significativement moins bonnes que les labels, elles ne sont pas éloignées des nouvelles constructions en termes d'énergie grise. [85]

Les labels doivent limiter l'énergie grise au maximum sans rendre impossible une potentielle labellisation, car le surplus des émissions lors de la phase de construction est compensé par les économies réalisées lors de la phase d'exploitation, si les composants, épaisseurs, etc. sont choisies de manière judicieuse [86].

En revanche, en ce qui concerne la question de la rénovation par rapport à une démolition et une construction neuve, il s'avère que la rénovation est la plupart du temps plus efficiente en termes d'EPnR et d'EGES [87] [88] [89] [90] [91] [92]. En effet, les rénovations permettent de limiter l'énergie grise en prolongeant la durée de vie du bâtiment tout en diminuant l'énergie d'exploitation due à une meilleure enveloppe

thermique. Il est donc préférable dans la plupart des cas de rénover un bâtiment plutôt que de le démolir et d'en reconstruire un nouveau.

**Mobilité** : dans la figure 9, les labels imposants des valeurs limites d'EPnR et d'EGES pour la mobilité quotidienne dans leurs indicateurs sont présentés.

Seuls trois labels nationaux définissent des valeurs limites pour la mobilité quotidienne. Ce sont SNBS, SEED et Site 2000 Watts. Site 2000 Watts et SEED se basent sur 100 % de la valeur de la norme SIA 2040, tandis que SNBS se base sur 120 % au maximum de cette dernière. Ces trois labels se trouvent donc regroupés autour de la norme SIA.

En premier, il faut regarder si les labels visent à améliorer les habitudes de déplacements des personnes en Suisse par rapport à la situation actuelle.

Les labels apportent une nette réduction des EGES ainsi que de l'EPnR par rapport à la mobilité quotidienne associée à un immeuble collectif en Suisse (logement moyen Suisse (SIA 2040)). Cet effet est d'autant plus important si l'on compare la valeur des labels à celle de la mobilité quotidienne totale moyenne (logement moyen Suisse mobilité quotidienne totale).

Les différences entre les valeurs logement moyen en Suisse (mobilité quotidienne totale) et logement moyen en Suisse (SIA 2040) de la mobilité provient du fait que dans la SIA 2040, seulement 48 % de la mobilité quotidienne est allouée aux logements. Dans les logements moyens suisses (mobilité quotidienne totale), la totalité de la mobilité quotidienne est calculée. Cette différence est intéressante car elle met en évidence le fait que seule une diminution de la mobilité quotidienne liée aux trajets associés aux logements ne permet de réduire qu'une partie de l'EPnR ainsi que des EGES de la mobilité totale. En effet, il faut aussi que la mobilité au sein des entreprises, loisirs, achats de nécessité, etc. change dans le but de rendre la mobilité plus durable. En revanche, favoriser la mobilité douce dans la zone des logements aura très certainement un impact positif sur la façon de se déplacer sur son lieu de travail.

Cependant, ces valeurs sont théoriques et non réelles. En effet, même si les labels mettent tout en oeuvre pour réduire les émissions liés à la mobilité quotidienne, en favorisant des lieux propices à la desserte des transports publics ou en limitant les places de parking, il n'est pas exclu que certains habitants louent des places de parking hors du site labellisé et l'utilisent à la place de la mobilité douce. Ceci aurait pour conséquence de limiter les effets positifs des différents labels.

**Totalité des émissions** : la figure 10 représente la somme des dépenses en exploitation, construction et mobilité. Seuls les labels qui prennent en compte ces trois phases sont représentés. Les labels contribuent à diminuer le EGES entre 73 et 66 % et l'EPnR entre 63 à 53 % par rapport à un logement moyen en Suisse.

Cette baisse considérable entre les logements actuels et les logements labellisés vient en premier de la phase d'exploitation (EGES entre 92 et 94 % de diminution, EPnR entre 65 à 73 % de diminution). Les logements mieux isolés ainsi que la baisse ou l'abandon quasi total des énergies fossiles le permet.

Un facteur important, avec l'aspect technique, va influencer la dépense énergétique lorsque les bâtiments vont être utilisés : le comportement des utilisateurs [93]. En effet, un bâtiment labellisé est conçu pour fonctionner de façon optimale selon un comportement d'utilisation. Ce dernier doit donc être adopté par les utilisateurs.

Une étude de l'OFEN sur le label Minergie montre que les bâtiments en exploitation sont plus efficient que ce que préconise les valeurs limites en exploitation [17]. Une autre étude montre que les bâtiments labellisés LEED consomment moins d'énergie que ceux qui ne portent pas de certification [94]. Toutefois, cela dépend fortement du niveau de certification du label ainsi que du label en question. Les études sur ce sujet sont controversées [18].

Le second poste de diminution provient de la mobilité (EGES entre 58 et 65 % de diminution, EPnR entre 47 à 56 % de diminution). Le choix du site à proximité d'une zone urbaine permet de favoriser l'utilisation des transports en commun pour la mobilité quotidienne lors des déplacements au travail et pour les achats de tous les jours comparativement à des logements excentrés ou sans véritable politique favorisant les transports publics pour les habitants.

Enfin, le dernier poste de diminution est l'énergie grise. Ici, la diminution par rapport aux logements actuels n'est que de 17 % pour les EGES. Il y a même une augmentation de 6 % si le critère en question du label SNBS est obtenu de justesse. Pour l'EPnR la diminution est de 21 %, sauf pour le label SNBS où il y a une augmentation de 5 %. Ces résultats s'expliquent par le fait que pour rendre des bâtiments plus performants lors de la phase d'exploitation, ces derniers doivent être mieux isolés. Ainsi, leur énergie grise augmente et le gain par rapport aux bâtiments actuels n'est pas considérable.

**Objectif Accord de Paris :** comme discuté précédemment, les labels vont plus loin que les normes légales ou vont même jusqu'à égaler les valeurs préconisées par la SIA 2040 pour l'année 2050, soit une puissance de 2'000 Watts et 2 t CO<sub>2</sub>-eq par personne et par an. La question sous-jacente est donc la suivante : est-ce que les différents labels permettent de respecter les exigences des Accords de Paris ? Sont-ils compatibles avec les objectifs fixés par le GIEC et ceux de la stratégie climatique de la Confédération pour 2050 ?

Pour répondre à cette question, il est nécessaire de comparer les objectifs du GIEC avec ceux de la stratégie climatique 2050 et les objectifs des labels. Or ces trois documents ont des périmètres ainsi que des méthodes de calculs différents.

La norme SIA 2040 calcule des valeurs cibles. Ce sont des valeurs intermédiaires à atteindre pour 2050. Les valeurs finales sont à atteindre pour 2100 (1 t CO<sub>2</sub>-eq/p.an et 500 Watts). Dans le cadre de ce travail, seules les valeurs intermédiaires sont considérées. Les valeurs de la norme SIA considérées dans ce travail concernent les labels (exploitation, construction et mobilité quotidienne). Toutefois, les valeurs permettent de laisser la marge nécessaire pour les autres catégories non-considérées dans cette partie, comme l'alimentation, la mobilité non-quotidienne, les biens & services [95]. Ainsi le périmètre considéré par cette norme regroupe l'ensemble des catégories consommées par une personne en Suisse.

Pour la stratégie climatique 2050 de la Confédération, seule la valeur en phase d'exploitation pour les immeubles collectifs est utilisable. Les données présentées dans le rapport [64] ne rendent pas possible l'extraction de la mobilité quotidienne ou de l'énergie grise. Les calculs de l'extraction des données liées à la phase d'exploitation des immeubles collectifs se trouvent en annexe et dans la figure 7. La stratégie climatique 2050 dans son ensemble comprend l'ensemble des catégories consommées en Suisse, mais en ne considérant que les émissions générées sur le sol national.

Enfin, le GIEC publie dans son rapport [65] le budget carbone global à ne pas dépasser pour rester en-dessous du seuil de température défini. Il est possible de nationaliser et d'individualiser ce budget à l'aide des calculs et hypothèses décrites en annexe. Cette individualisation est difficile à réaliser car de nombreuses questions notamment sociales entrent en jeu, comme l'historique des émissions par pays. Pour des raisons de simplicité, il a été décidé de ne pas considérer cette historique des émissions ainsi que les différences entre les émissions intergénérationnelles. C'est-à-dire qu'un pays fortement industrialisé aujourd'hui, a le droit d'émettre autant qu'un pays qui a émis très peu par le passé. Selon les résultats de cette nationalisation du budget carbone global, la Suisse peut émettre entre 2020 et 2050 jusqu'à 1'150 Mt CO<sub>2</sub>-eq pour avoir 86 % de chances de rester sous la barre des 2 °C et un budget de 400 Mt CO<sub>2</sub>-eq pour rester sous les 1.5 °C. Ce budget d'émission est un budget global, c'est-à-dire qu'il prend en compte non seulement l'exploitation, la construction ainsi que la mobilité quotidienne d'une personne, mais aussi la mobilité pour les autres déplacements, l'alimentation, les biens & services.

Il est maintenant possible de comparer le budget carbone restant à émettre en Suisse depuis l'année 2020, selon le GIEC avec ce que la Suisse s'est engagée à émettre entre 2020 et 2050, année où elle atteint la neutralité climatique. Ainsi près de 772.5 Mt CO<sub>2</sub>-eq seront émis en 30 ans. Or, la Suisse ne peut émettre que 400 Mt CO<sub>2</sub>-eq pour rester sous les 1.5 °C, avant d'être climatiquement neutre. Ainsi, la stratégie climatique 2050 n'est pas compatible avec l'objectif 1.5 °C. En revanche, elle l'est pour celui de 2 °C. La conclusion est la même dans la publication de Reto Schleicher [96]. Les détails des calculs sont présentés en annexe aux tableaux 20, 19, 18 et 20.

Il serait erroné de faire une comparaison comme prévu initialement entre la stratégie climatique 2050 et les labels, car seule la valeur en phase d'exploitation est utilisable. De plus, les nouvelles constructions actuelles se basant sur la norme SIA 2040 émettent déjà les valeurs de 2050. Il est donc nécessaire de réaliser la même analyse que pour la stratégie climatique 2050 mais cette fois-ci pour la norme SIA 2040, car les labels imposants les valeurs les plus strictes s'appuient sur les valeurs intermédiaires de cette norme. De plus, les frontières du système sont les mêmes que celles du GIEC, si l'on part du principe que les catégories d'impact sont indépendantes des labels (alimentation, biens & services, mobilité non-quotidienne), suivent la même tendance que celle de la norme. Ainsi, grâce à l'extrapolation des données par habitant de la norme SIA 2040 à l'ensemble de la population suisse, en partant du principe que toutes les constructions sont labellisées et neuves en 2020, il est possible d'en déduire les EGES des labels, ramenés à l'ensemble de la Suisse et de comparer cette valeur à celle du budget carbone du GIEC pour la Suisse. Selon les calculs et résultats présentés dans le tableau 22 en annexe, les labels émettent entre 2020 et 2050 480.0 Mt CO<sub>2</sub>-eq, soit 80 Mt CO<sub>2</sub>-eq de plus que le GIEC. Ainsi, les labels ne sont pas compatibles avec l'objectif 1.5 °C, mais ils permettent de s'en rapprocher. En revanche, les labels sont largement compatibles avec l'objectif 2 °C.

En conclusion, les labels ne permettent pas selon les hypothèses et résultats réalisés dans ce travail d'atteindre l'objectif 1.5 °C. Toutefois, les normes des labels permettent de faire évoluer le secteur de la construction dans le bon sens. Il faut aussi penser que des normes plus restrictives à l'heure actuelle pourraient rendre la labellisation trop contraignante et inaccessible pour certains projets. Il est donc préférable d'avoir une solution qui se rapproche fortement de l'objectif de l'Accord de Paris, sans toutefois disqualifier les démarches de labellisation, alors que les efforts sont conséquents.

### 4.3.3 Limites de la méthode

- Dans le but de comparer les labels entre eux, la méthode définit un cadre clair au niveau des frontières du système des trois phases (exploitation, construction et mobilité) ainsi qu'au niveau des unités considérées et du caractère scientifique des facteurs de pondération (KBOB). Ceci impose de convertir certaines unités des labels utilisant une autre méthode de calcul. C'est le cas pour Minergie (-P, -A) et CECB. Ces deux labels utilisent les facteurs de pondération nationaux de l'EnDK. Les hypothèses qui en résultent dans la conversion peuvent amener à péjorer ou avantager un de ces labels. La véritable valeur peut donc être erronée. Toutefois, les hypothèses faites semblent cohérentes comme cela a été discuté précédemment.
- Minergie (-P, -A) -ECO ne prend en compte que les locaux chauffés. Les valeurs présentés dans la figure 8 sont donc sous-estimées par rapport aux autres labels.
- Certains labels ne fixent pas de valeurs limites. Ils ne sont donc pas étudiés. Dans le but d'obtenir des résultats, il serait intéressant de réaliser lors d'une future étude, des mesures en phase d'exploitation d'EGES et EPnR. Il faudrait toutefois veiller à bien séparer les niveaux de certification obtenus afin de ne pas créer de biais à ce niveau, car dans cette étude, les limites les plus permissives sont sélectionnées.
- Les exigences des labels sont examinées uniquement à travers l'aspect énergétique et du changement climatique. Ainsi, un label qui serait plus restrictif dans les autres domaines mais moins dans celui-ci se verrait pénalisé selon cette méthodologie. Il faudrait donc dans de futures études définir un cadre d'analyse dans la but de pouvoir mesurer les exigences de l'ensemble des thématiques.

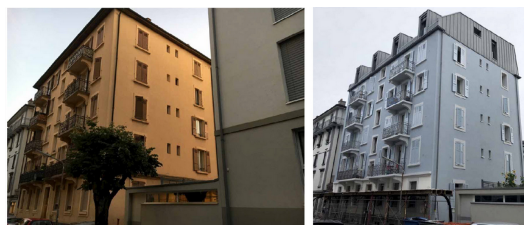
## 4.4 Développement de l'Outil du Potentiel de Labellisation au Stade de l'Avant-Projet

### 4.4.1 Illustration de l'Outil avec Trois Exemples de Projets

L'outil développé est appliqué à trois cas distincts, une rénovation et deux nouvelles constructions avec des affectations différentes. Le but est de montrer les bénéfices de cet outil ainsi que d'estimer si les labels proposés sont cohérents.

#### Projet n°1

Rénovation énergétique de l'immeuble Tilleul 1 à Vevey. Participe à un projet de recherche européen.  
MO : Retraites Populaires



Avant/après rénovation (Crédit photo: Estia)

Quel est le label le plus adéquat pour ce projet de construction ?

Réinitialiser les valeurs
Valider !

1. Quelle est l'échelle du projet ?
- Bâtiment
2. Quel est le thème le plus important pour le projet ?
- Changement Climatique & Énergies
3. Quel est l'origine du label désiré ?
- Indifférent
4. Quelle est la typologie des travaux ?
- Rénovation/Transformation
5. Quel est le type d'affectation ?
- Habitat collectif
6. Quel est le canton d'implantation ?
- Vaud (VD)
7. Quelle est la SRE ou SPd ?
- Entrez la SRE [m2] :
8. Quelle est l'aire d'implantation (STd) ?
- Entrez l'aire [m2] :

Présentation	Thème	Effort	Outil/documents	Aspects opérationnels	+ / -	Coûts émoulements/adhésions* <small>*hors construction et mandats</small>	Subventions
<p>la future collaboration entre le Canton de Vaud et la Ville de Lausanne. SinoC Energie est sensible à Mergie-P.</p> <p>En 2017, 2 bâtiments ont été certifiés.</p> <p>SinoC Energie a obtenu le label permettant de consolider ou rénover des bâtiments en respectant les critères énergétiques et climatiques. Ce label est en vigueur depuis le 1er janvier 2017 et</p>		<p>Nombre d'indicateurs: 6</p> <p>Effort moyen (1-4): 1.17</p> <p>Compatible norme CH: Oui</p>	<p>Type: Fiche de critères détaillés</p> <p>✓ Outil de suivi en ligne</p> <p>Disponibilité des documents: En ligne</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Envoyer complet bilan énergétique</li> <li>✓ Contrôle et émission de certificat provisoire</li> <li>✓ Mise à jour des données dans l'outil</li> <li>✓ Envoyer complet phase construction à l'Office de certification</li> <li>✓ Contrôle et émission de certificat provisoire</li> <li>✓ Mise à jour en phase d'exploitation</li> </ul>	<p><b>Avantages (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Similitude à Mergie... pas différent pour les utilisateurs</li> <li>✓ Outil en ligne facilite le travail</li> </ul> <p><b>Inconvénients (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Erreur sur certains cas Suisse</li> <li>X Pas de subventions</li> </ul>	<p>Émoulements [CHF]: 3 200</p> <p>Remarques: -</p>	<p>Confédération: 0</p> <p>Canton: -</p> <p>Remarques: -</p>
<p>Hans Liberman et devient en 1974 l'Association Mergie. Il met l'accent sur le thème de changement climatique et de qualité de l'air.</p> <p>Ce label permet de sélectionner un bâtiment neuf ou en rénovation en phase de planification. Des commissions pour les Mergie-P ont été créées dans les cantons de Suisse romande, de la région de la Vallée d'Aoste, de la région de la Suisse italienne et de la région de la Suisse allemande.</p> <p>Le label Mergie-P est créé en 2003 par l'Association Mergie-P.</p>		<p>Nombre d'indicateurs: 10</p> <p>Effort moyen (1-4): 1.60</p> <p>Compatible norme CH: Oui</p>	<p>Type: Plateforme de suivi en ligne</p> <p>✓ Feuilles de calcul</p> <p>Disponibilité des documents: En ligne</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Demande de certification à l'Office de certification</li> <li>✓ Certificat provisoire délivré</li> <li>✓ Mise en place SOM (optionnel)</li> <li>✓ Enviolements définitif</li> <li>✓ Vérification et certificat définitif délivré</li> </ul>	<p><b>Avantages (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Excellente visibilité en Suisse</li> <li>✓ Bonne synergie avec SNEBS</li> <li>✓ Nombreuses subventions et bonus de construction</li> </ul> <p><b>Inconvénients (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Pas de prise en compte de la durabilité globale</li> </ul>	<p>Émoulements [CHF]: 2 500</p> <p>Remarques: -</p>	<p>Confédération: 0</p> <p>Canton: 102420</p> <p>Remarques: -</p>
<p>être le pendant du label allemand "Passivhaus", soit un bâtiment avec une enveloppe de haute qualité. Le thème est très important pour l'Association Mergie-P.</p> <p>Ce label permet de sélectionner un bâtiment neuf en rénovation en phase de planification. Des commissions pour les Mergie-P ont été créées dans les cantons de Suisse romande, de la région de la Vallée d'Aoste, de la région de la Suisse italienne et de la région de la Suisse allemande.</p> <p>Le label Mergie-P est créé en 2003 par l'Association Mergie-P.</p>		<p>Nombre d'indicateurs: 10</p> <p>Effort moyen (1-4): 1.60</p> <p>Compatible norme CH: Oui</p>	<p>Type: Plateforme de suivi en ligne</p> <p>✓ Feuilles de calcul</p> <p>Disponibilité des documents: En ligne</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Demande de certification à l'Office de certification</li> <li>✓ Certificat provisoire délivré</li> <li>✓ Mise en place SOM (optionnel)</li> <li>✓ Enviolements définitif</li> <li>✓ Vérification et certificat définitif délivré</li> </ul>	<p><b>Avantages (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Excellente visibilité en Suisse</li> <li>✓ Bonne synergie avec SNEBS</li> <li>✓ Nombreuses subventions et bonus de construction</li> </ul> <p><b>Inconvénients (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Pas de prise en compte de la durabilité globale</li> </ul>	<p>Émoulements [CHF]: 4 200</p> <p>Remarques: -</p>	<p>Confédération: 0</p> <p>Canton: 153630</p> <p>Remarques: -</p>
<p>énergétique possible. Le thème est donc très important pour l'Association Mergie-P.</p> <p>Ce label permet de sélectionner un bâtiment neuf en rénovation en phase de planification. Des commissions pour les Mergie-P ont été créées dans les cantons de Suisse romande, de la région de la Vallée d'Aoste, de la région de la Suisse italienne et de la région de la Suisse allemande.</p> <p>Le label Mergie-P est créé en 2003 par l'Association Mergie-P.</p>		<p>Nombre d'indicateurs: 10</p> <p>Effort moyen (1-4): 1.60</p> <p>Compatible norme CH: Oui</p>	<p>Type: Plateforme de suivi en ligne</p> <p>✓ Feuilles de calcul</p> <p>Disponibilité des documents: En ligne</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Demande de certification à l'Office de certification</li> <li>✓ Certificat provisoire délivré</li> <li>✓ Mise en place SOM (optionnel)</li> <li>✓ Enviolements définitif</li> <li>✓ Vérification et certificat définitif délivré</li> </ul>	<p><b>Avantages (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Excellente visibilité en Suisse</li> <li>✓ Bonne synergie avec SNEBS</li> <li>✓ Nombreuses subventions et bonus de construction</li> </ul> <p><b>Inconvénients (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Pas de prise en compte de la durabilité globale</li> </ul>	<p>Émoulements [CHF]: 4 900</p> <p>Remarques: -</p>	<p>Confédération: 0</p> <p>Canton: 102420</p> <p>Remarques: -</p>

FIGURE 11 – Application de l'outil sur le projet 1

Cas d'étude 1 : les labels proposés sont cohérents avec la plupart des petits projets de rénovation d'immeubles collectifs. Dans ce cas d'étude, aucune labellisation n'a été effectuée.

**Projet n°2**

Construction du quartier mixte (logements et commerces) de Gruvatiez à Orbe.

MO : Orlati



Credits image : Saentys

Quel est le label le plus adéquat pour ce projet de construction ?

Réinitialiser les valeurs

Valider !

1. Quelle est l'échelle du projet ?
- 
2. Quel est le thème le plus important pour le projet ?
- 
3. Quel est l'orgine du label désiré ?
- 
4. Quelle est la typologie des travaux ?
- 
5. Quel est le type d'affectation ?
- 
6. Quel est le canton d'implantation ?
- 
7. Quelle est la SRE ou SPd ?
- Entrez la SRE [m2] :
8. Quelle est l'aire d'implantation (STd) ?
- Entrez l'aire [m2] :



Présentation	Thème	Effort	Outil/documents	Aspects opérationnels	+ / -	Coûts émoluments/adhésions*	Subventions
<p><b>SEED</b></p> <p>SEED est un label lancé en 2021. SEED compte 3 quartiers certifiés dans le quartier d'habitat privé de la rue de la Chapelle à Paris. Les objectifs de durabilité sont présentés dans notre rapport de durabilité en ligne. SEED est un label lancé en 2021. SEED compte 3 quartiers certifiés dans le quartier d'habitat privé de la rue de la Chapelle à Paris. Les objectifs de durabilité sont présentés dans notre rapport de durabilité en ligne. SEED est un label lancé en 2021. SEED compte 3 quartiers certifiés dans le quartier d'habitat privé de la rue de la Chapelle à Paris. Les objectifs de durabilité sont présentés dans notre rapport de durabilité en ligne.</p>		<p>Nombre d'indicateurs : 60</p> <p>Effort moyen (1-4) : 1.98</p> <p>Compatible norme CH : Oui</p>	<p>Type : Convention globale avec plan d'accompagnement</p> <p>Disponibilité des documents : Oui</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choix du prestataire SEED</li> <li>✓ Plan d'accompagnement</li> <li>✓ Mise à disposition de critères détaillés</li> <li>✓ Signature d'une convention</li> <li>✓ Suivi des performances en exploitation</li> </ul>	<p>Avantages (+)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Durabilité globale</li> <li>✓ Entité associative durant exploitation</li> </ul> <p>Inconvénients (-)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Frais de mise en œuvre (en 2021)</li> <li>X Aucune subvention disponible</li> </ul>	<p>Rélevance (chiff/an) : 62 500</p> <p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : -</p>	<p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : -</p>
<p><b>SNBS</b></p> <p>Le processus de certification, de en 2013 et 2014, a permis de valider une approche globale de durabilité pour le développement durable en Suisse. L'approche globale de durabilité est basée sur les trois piliers de la durabilité : sociale, économique et environnementale. Le projet de loi sur la construction durable (SLD) a permis de valider une approche globale de durabilité pour le développement durable en Suisse. L'approche globale de durabilité est basée sur les trois piliers de la durabilité : sociale, économique et environnementale. Le projet de loi sur la construction durable (SLD) a permis de valider une approche globale de durabilité pour le développement durable en Suisse.</p>		<p>Nombre d'indicateurs : 45</p> <p>Effort moyen (1-4) : 1.97</p> <p>Compatible norme CH : Oui</p>	<p>Type : Dossier d'aide</p> <p>Disponibilité des documents : En ligne</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les critères et attributions d'un "excellent"</li> <li>✓ Vérification de conformité à l'outil "pre-check"</li> <li>✓ Certification en ligne</li> <li>✓ Vérification conforme à l'après mise en service</li> <li>✓ Certificat de certification</li> <li>✓ Certificat de certification</li> </ul>	<p>Avantages (+)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Durabilité globale</li> <li>✓ Nombreuses subventions</li> </ul> <p>Inconvénients (-)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Aucun suivi post-travaux</li> <li>X Frais en contrepartie des engagements existants (fonds par ailleurs le projet)</li> </ul>	<p>Émoluments (chiff) : 39 500</p> <p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : Les émoluments diminuent si il y a une double certification avec Minergie P ou Minergie P-ECO</p>	<p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : Minergie P - ECO</p>
<p><b>LEED</b></p> <p>LEED - Green Building est un système de certification de la durabilité et de la qualité de la construction. LEED est un système de certification de la durabilité et de la qualité de la construction. LEED est un système de certification de la durabilité et de la qualité de la construction. LEED est un système de certification de la durabilité et de la qualité de la construction.</p>		<p>Nombre d'indicateurs : 59</p> <p>Effort moyen (1-4) : 2.34</p> <p>Compatible norme CH : Non (Ashaie)</p>	<p>Type : Fiche de critères détaillés</p> <p>Disponibilité des documents : En ligne</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Inscription du projet (obligatoire)</li> <li>✓ Confirmation du choix du système d'évaluation</li> <li>✓ Paiement des émoluments</li> <li>✓ Choix du prestataire LEED</li> </ul>	<p>Avantages (+)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Excellente visibilité internationale</li> <li>✓ Durabilité globale</li> </ul> <p>Inconvénients (-)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Pour les projets de grande envergure</li> <li>X Coût élevé</li> <li>X Nécessite des connaissances techniques</li> <li>X Nécessite la maîtrise d'éouvrage et public</li> </ul>	<p>Émoluments (chiff) : 27 760</p> <p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : -</p>	<p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : -</p>
<p><b>DGNB</b></p> <p>DGNB est un label de certification de la durabilité et de la qualité de la construction. DGNB est un label de certification de la durabilité et de la qualité de la construction. DGNB est un label de certification de la durabilité et de la qualité de la construction. DGNB est un label de certification de la durabilité et de la qualité de la construction.</p>		<p>Nombre d'indicateurs : 31</p> <p>Effort moyen (1-4) : 2.88</p> <p>Compatible norme CH : Oui</p>	<p>Type : Fiche de critères détaillés</p> <p>Disponibilité des documents : En ligne</p>	<p>Démarche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Choix d'un auditeur agréé par DGNB</li> <li>✓ Dépôt des documents pour auditer et certification</li> <li>✓ DGNB certifie le projet et envoie le certificat</li> <li>✓ Prise de position de l'auditeur et envoi du rapport</li> <li>✓ DGNB certifie le projet et envoie le certificat</li> <li>✓ Remise du certificat</li> </ul>	<p>Avantages (+)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Prise en compte de l'impact de vie</li> <li>✓ Norme et exigences de certification adaptés à la Suisse</li> </ul> <p>Inconvénients (-)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Coût élevé</li> <li>X Nécessite des connaissances techniques</li> <li>X Nécessite la maîtrise d'éouvrage et public</li> </ul>	<p>Émoluments (chiff) : 12 800</p> <p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : -</p>	<p>Confédération : 0</p> <p>Canton : -</p> <p>Remarques : -</p>

FIGURE 12 – Application de l'outil sur le projet 2

**Cas d'étude 2** : ce quartier a été certifié SEED. L'outil propose effectivement ce label ainsi que trois autres, dont le label bâtiment SNBS. Si ce label avait été utilisé pour ce projet, il aurait fallu s'assurer de la cohérence de la durabilité du quartier dans son ensemble.

Projet n°3  
Construction d'un campus horloger dans la commune du Brassus.  
MO : Audemars Piguet



Credits image : Steiner

Réinitialiser les valeurs      Valider !

1. Quelle est l'échelle du projet ?  
Bâtiment

2. Quel est le thème le plus important pour le projet ?  
Santé & Changement Climatique/Energie

3. Quel est l'origine du label désiré ?  
Indifférent

4. Quelle est la typologie des travaux ?  
Nouvelle Construction

5. Quel est le type d'affectation ?  
Administratif

6. Quel est le canton d'implantation ?  
Vaud (VD)

7. Quelle est la SRE ou SPd ?  
Entrez la SRE (m2) 12 300

8. Quelle est l'aire d'implantation (STd) ?  
Entrez l'aire (m2) 18 300

Présentation	Thème	Effort	Outil/documents	Aspects opérationnels	+ / -	Coûts émoluments/adhésions*	Subventions
<p><b>SMIE</b> <small>énergie</small></p> <p>Ce label est le premier en 2007 et est le fruit d'une collaboration entre le Canton de Vaud et la Ville de Lausanne. SMIE en-vm, est semblable à Minergie-Plus et propose une certification ECO. En 2017, 2 bâtiments ont été certifiés.</p> <p>SMIE en-vm, est un label permettant de reconnaître les bâtiments en matière d'écologie et de confort sur l'aspect changements climatiques/énergie. Les bâtiments sont classés de 1 à 5, en fonction de leur score.</p>	<p><b>Santé &amp; Changements climatiques</b></p>	<p>Nombre d'indicateurs: 85</p> <p>Effort moyen (1-4): 1.08</p> <p>Compatible norme CH: Oui</p>	<p>Type: Fiche de critères détaillés, Outil de suivi en ligne</p> <p>Disponibilité des documents: En ligne</p>	<p>Démarche: Envoi dossier complet (planification) à l'Office de certification, Contrôle et émission de certificat, Mise à jour des données dans l'outil en ligne, Envoi dossier complet (phase de planification) à l'Office de certification, Contrôle et émission de certificat, Mise procédure en phase d'exploitation</p> <p>Démarche: Demande certification à l'Office de certification, Mise en ligne SSM (post-traitement), Envoi documents définif (réception), Vérification et certificat définif</p>	<p><b>Avantages (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Similitude à Minergie → peu différent pour les maîtres d'ouvrage</li> <li>✓ Outil en ligne facile à utiliser</li> </ul> <p><b>Inconvénients (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Entorse peu connue en Suisse</li> <li>X Pas de subventions</li> </ul>	<p>Emoluments (CHF) sur demande</p> <p>Remarques: -</p>	<p>Confédération: 0</p> <p>Canton: 0</p> <p>Remarques: -</p>
<p><b>MINERGIE ECO</b></p> <p>Sur la santé et le bien-être des utilisateurs, le thème est donc le changement climatique. Le label Minergie ECO est un label de certification et de reconnaissance en phase de planification et de construction. La composante en phase de planification (SOM) peut être choisie en plus ou en moins. Le label Minergie ECO est certifié par la firme Minergie (il est, En 2020, 11984 bâtiments sont certifiés avec le label Minergie ECO, par comparaison ECO.</p> <p>Association Minergie / Minergie ECO va plus loin que Minergie en proposant une composante éco.</p>	<p><b>Santé &amp; Changements climatiques</b></p>	<p>Nombre d'indicateurs: 88</p> <p>Effort moyen (1-4): 1.92</p> <p>Compatible norme CH: Oui</p>	<p>Type: Plateforme de suivi en ligne, Feuilles de calcul</p> <p>Disponibilité des documents: En ligne</p>	<p>Démarche: Demande certification à l'Office de certification, Mise en ligne SSM (post-traitement), Envoi documents définif (réception), Vérification et certificat définif</p>	<p><b>Avantages (+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Excellente visibilité en Suisse</li> <li>✓ Bonne synergie avec SNBS</li> <li>✓ Nombreuses subventions et bonnes de construction</li> </ul> <p><b>Inconvénients (-)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>X Pas de prise en compte de la durabilité globale</li> </ul>	<p>Emoluments (CHF) sur demande</p> <p>Remarques: -</p>	<p>Confédération: 0</p> <p>Canton: Oui*</p> <p>Remarques: *Dépend à Minergie ou P ou A</p>

FIGURE 13 – Application de l'outil sur le projet 3

**Cas d'étude 3** : ce bâtiment a été labellisé Minergie-ECO, ce que propose aussi l'outil. D'autres labels comme SNBS auraient pu être proposés, vu l'importante surface du bâtiment, si le thème central aurait été la durabilité dans son ensemble.

#### 4.4.2 Discussion

L'outil développé dans ce travail permet de faire le tri entre les labels non utilisables pour un certain projet et ceux qui le sont, en maximum huit questions. Ceci permet d'avoir un rapide aperçu des potentiels labels applicable à un projet en question. De plus, des critères et des explications renseignent le porteur de projet afin qu'il puisse choisir le label le plus pertinent parmi les labels proposés par l'outil. Il permet donc d'aller plus loin qu'un guide comme celui proposé par SNBS [35], en assistant le maître d'ouvrage ainsi que le mandataire, mais il ne permet pas d'automatiser le processus de sélection. La discussion reste donc primordiale.

Initialement, ce projet avait pour objectif de classer les labels à l'aide d'un processus d'optimisation multi-critères (à l'image de la méthode utilisée dans l'étude [81]) grâce à une fonction objective. Cette dernière devait prendre en compte les coûts des indicateurs associés aux labels, des équations de contexte représentant les spécificités du projet (lieux d'implantation, etc.) et des contraintes imposées par le porteur de projet et le label. Cela n'a pas été possible pour plusieurs raisons.

La première est le manque de disponibilité des données économiques par rapport aux différents indicateurs. En effet, il n'est pas aisé de trouver un coût normalisé en Suisse pour chaque processus de construction, système de gouvernance, etc. De plus, le facteur d'échelle vient compliquer la méthodologie car le coût d'un processus de construction n'est pas linéaire en fonction de la surface.

Deuxièmement, l'approche multi-critères rend l'élaboration d'une telle méthodologie irréalisable dans le temps imparti. En effet, le nombre varié des thématiques abordées par les labels, la non-uniformité des indicateurs entre les labels, la marge de manoeuvre laissée au porteur de projet dans le choix de la mise en oeuvre d'un indicateur, la manière de calculer la note finale, etc. rendent le processus d'optimisation très complexe.

Enfin, à quoi doit-on comparer le surcoût de la mise en oeuvre d'un label? Doit-il être considéré par rapport à un même projet fictif, sur le même terrain mais sans tous les atouts du label? Si le projet initial sans labellisation considère déjà une partie de ce qui est mis en application avec le label, est-ce que cela doit toujours être considéré comme un surcoût? En effet, la question "combien va coûter mon projet en plus" n'est pas évidente, car sans point de comparaison, l'analyse est peu pertinente.

Cette méthodologie d'optimisation économique peut être entreprise pour des futures recherches, lorsque des données nombreuses et fiables seront disponibles à l'échelle de la Suisse. Toutefois, le surcoût devra être comparé à un projet de référence. Il s'agira de bien éclaircir ce point.

#### 4.4.3 Limites de la méthodologie

- Les données des labels sont mises à jour de manière régulière car ces dernières sont en constante évolution. Les valeurs seront donc à rafraîchir dès que les nouvelles versions des documents techniques seront sorties.
- Le label SNBS est proposé comme label pour les bâtiments ainsi que les quartiers, comme il labellise les bâtiments en prenant en compte les aménagements extérieurs. Cette extension a ses limites. En effet, les indicateurs du labels sont pensés pour un bâtiment et non pour un quartier. Certains indicateurs propres aux labels quartiers peuvent donc manquer dans le label SNBS. Il faut donc être vigilant lors de la proposition de ce label en tant que label pour un quartier.

## 5 Conclusion

En analysant les labels de la construction utilisés Suisse, cette étude offre un outil d'aide à la décision qui permet de sélectionner le(s) label(s) le(s) plus pertinent(s) en fonction du projet de construction et de rendre accessible les informations relatives au(x) label(s) de façon classée et normée.

Les labels considérés dans cette étude sont SEED, SNBS, Site 2000 Watts, Cité de l'Énergie, SméO, Minergie, LEED, DGNB et BREEAM.

Trois méthodologies sont appliquées dans le but de cibler les thématiques abordées par les labels, faire ressortir les similitudes et différences entre deux labels et déterminer leurs niveaux d'exigence en termes d'énergie primaire non renouvelable et d'émissions de gaz à effet de serre. Une méthode d'agrégation est développée afin de classer les indicateurs parmi les huit thématiques définies. Au final, trois grandes familles de labels ressortent de l'étude : la durabilité, le changement climatique/l'énergie, le changement climatique/l'énergie/la santé. Cette méthode n'est pas développée sur un label en particulier. Elle est réalisée en considérant le sujet de recherche en général, c'est-à-dire l'ouvrage et l'échelle du projet (bâtiment, quartier ou commune), ce qui la rend très polyvalente. De plus, elle intègre le système de pondération propre à chaque label, permettant ainsi d'améliorer la précision de la classification. Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux des précédentes études.

La seconde méthodologie analyse les corrélations et redondances des indicateurs entre deux labels pour faire ressortir leurs similitudes et différences. Les résultats permettent par exemple de montrer que le niveau de similitude entre SNBS et Minergie est élevée. Si le but est d'augmenter la durabilité d'un projet, il n'est donc pas forcément intéressant de certifier un ouvrage Minergie alors que le standard SNBS est déjà prévu. En revanche, pour une question de subvention offerte par les cantons, cela peut être judicieux. Cette méthode a été développée pour être polyvalente en considérant tous les labels et toutes les échelles de projet.

La troisième méthodologie analyse l'énergie primaire non renouvelable des labels en fonction des émissions de gaz à effet de serre. Elle permet d'identifier les exigences des labels de manière chiffrée. Les valeurs limites les plus permissives de la phase de construction, d'exploitation et de mobilité sont comparées entre les différents labels. Grâce à un périmètre d'analyse clair et des conversions adéquates, cette méthode a permis de comparer des labels ne définissant initialement pas de valeurs comparables. Les résultats montrent que parmi les labels qui imposent des valeurs limites, SEED, Site 2000 Watts et SméO sont les plus exigeants.

L'outil d'aide à la décision créé à partir des résultats précédents apporte une contribution intéressante au secteur de la construction. En remplissant un formulaire de trois à huit questions, le maître d'ouvrage peut rapidement connaître le(s) label(s) éligible(s) pour un projet donné.

Pour conclure, l'outil généré pourrait permettre de multiplier les démarches de labellisation et de rendre le domaine de la construction plus durable en Suisse.

Ainsi, ce travail apporte sa pierre à l'édifice pour combler le manque d'études scientifiques sur le sujet de la labellisation.

Cependant, les labels doivent eux aussi évoluer. Certaines thématiques comme l'alimentation durable ou le confort des habitants sont des sujets encore trop peu présents des systèmes de certification. La thématique santé et bien-être se préoccupe essentiellement de la qualité des matériaux de construction mais trop peu du confort des personnes. Il serait donc intéressant de mener plus d'études à ce sujet afin de voir si les labels doivent intégrer de tels indicateurs ou si une double certification avec un label axé sur ce sujet comme WELL ferait plus de sens.

## References

- [1] *Limites planétaires*. In : *Wikipédia*. 27 jan. 2022. URL : [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Limites\\_plan%C3%A9taires&oldid=190291389](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Limites_plan%C3%A9taires&oldid=190291389) (visité le 30/01/2022).
- [2] Linn PERSSON et al. “Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities”. In : *Environ. Sci. Technol.* (18 jan. 2022). Publisher : American Chemical Society, p. 12. ISSN : 0013-936X. DOI : [10.1021/acs.est.1c04158](https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158). URL : <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04158> (visité le 30/01/2022).
- [3] HY DAO et al. *Limites et empreintes environnementales de la Suisse dérivées des limites planétaires*. Genève, mai 2015, p. 13. (Visité le 30/01/2022).
- [4] PF TUNJI-OLAYENI et al. “Effects of construction activities on the planetary boundaries”. In : *Journal of Physics : Conference Series* 1299 (1<sup>er</sup> août 2019), p. 012005. DOI : [10.1088/1742-6596/1299/1/012005](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1299/1/012005). (Visité le 30/01/2022).
- [5] DAVID McCANDLESS, DUNCAN GEERE et HAZEL HEALY. *How to Reduce the World’s Carbon Footprint by 2050*. Information is Beautiful. Mai 2019. URL : <https://informationisbeautiful.net/visualizations/how-to-reduce-the-worlds-carbon-footprint-by-2050/> (visité le 30/01/2022).
- [6] LE CONSEIL FÉDÉRAL. *Environnement Suisse 2018 - Rapport du Conseil fédéral*. Berne, 2018, p. 202. (Visité le 30/01/2022).
- [7] DONELLA MEADOWS et al. *The Limits to Growth - The Club of Rome*. Club of Rome. 1972. URL : <https://www.clubofrome.org/publication/the-limits-to-growth/> (visité le 30/01/2022).
- [8] COMMISSION MONDIALE SUR L’ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT DE L’ORGANISATION DES NATIONS UNIES. *Rapport Brundtland*. In : *Wikipédia*. Page Version ID : 188278122. 24 nov. 2021. URL : [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Rapport\\_Brundtland&oldid=188278122](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Rapport_Brundtland&oldid=188278122) (visité le 30/01/2022).
- [9] WIKIPEDIA. *Durabilité*. In : *Wikipédia*. Page Version ID : 187342838. 22 oct. 2021. URL : <https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Durabilit%C3%A9&oldid=187342838> (visité le 30/01/2022).
- [10] THIERRY PAQUOT et CHRIS YOUNÈS. *Philosophie de l’environnement et milieux urbains*. Bibliographie\_available : 0 Cairndomain : [www.cairn.info](http://www.cairn.info) Cite Par\_available : 1 ISSN : 0756-2713 Pages : 117-136 Publication Title : Philosophie de l’environnement et milieux urbains. La Découverte, 15 oct. 2010. ISBN : 978-2-7071-6481-0. URL : [https://www.cairn.info/load\\_pdf.php?ID\\_ARTICLE=DEC\\_PAQUO\\_2010\\_01\\_0117&download=1](https://www.cairn.info/load_pdf.php?ID_ARTICLE=DEC_PAQUO_2010_01_0117&download=1) (visité le 30/01/2022).
- [11] Office fédéral du développement territorial ARE. *Stratégie pour le développement durable 2030*. 23 juin 2021. URL : <https://www.aren.admin.ch/aren/fr/home/nachhaltige-entwicklung/politik-und-strategie/strategie-nachhaltige-entwicklung-2016-2019.html> (visité le 30/01/2022).
- [12] Elena BERNARDI et al. “An Analysis of the Most Adopted Rating Systems for Assessing the Environmental Impact of Buildings”. In : *Sustainability* 9.7 (juil. 2017). Number : 7 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 1226. ISSN : 2071-1050. DOI : [10.3390/su9071226](https://doi.org/10.3390/su9071226). URL : <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/7/1226> (visité le 13/02/2022).
- [13] Antonio SÁNCHEZ CORDERO, Sergio GÓMEZ MELGAR et José Manuel ANDÚJAR MÁRQUEZ. “Green Building Rating Systems and the New Framework Level(s) : A Critical Review of Sustainability Certification within Europe”. In : *Energies* 13.1 (jan. 2020). Number : 1 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 66. ISSN : 1996-1073. DOI : [10.3390/en13010066](https://doi.org/10.3390/en13010066). URL : <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/1/66> (visité le 13/02/2022).
- [14] Jiyoung PARK, Jungwon YOON et Kwang-Hyun KIM. “Critical Review of the Material Criteria of Building Sustainability Assessment Tools”. In : *Sustainability* 9.2 (fév. 2017). Number : 2 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 186. ISSN : 2071-1050. DOI : [10.3390/su9020186](https://doi.org/10.3390/su9020186). URL : <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/2/186> (visité le 14/02/2022).
- [15] ARNAUD BERGER et al. *Étude économique sur la valeur verte de l’immobilier de logements*. Paris : Cerqual, déc. 2011, p. 88. URL : [http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Cerqual\\_Etude\\_valeurverteFR.pdf](http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Cerqual_Etude_valeurverteFR.pdf) (visité le 14/02/2022).

- [16] DAVID CHOTARD et al. *Analyse préliminaire de la valeur verte pour les logements*. ADEME, sept. 2011, p. 115. URL : [http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Ademe\\_-\\_analyse\\_preliminaire.pdf](http://www.planbatimentdurable.fr/IMG/pdf/Ademe_-_analyse_preliminaire.pdf) (visité le 14/02/2022).
- [17] Ana BARRIONUEVO BELTRAN. “Quelle sera l'évolution de Minergie dans ces prochaines années ?” Thèse de doct. Genève : Haute école de gestion de Genève, 2017. 51 p. URL : <https://doc.rero.ch/record/306613> (visité le 02/02/2022).
- [18] Ali AMIRI, Juudit OTTELIN et Jaana SORVARI. “Are LEED-Certified Buildings Energy-Efficient in Practice ?” In : *Sustainability* 11.6 (jan. 2019). Number : 6 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 1672. ISSN : 2071-1050. DOI : [10.3390/su11061672](https://doi.org/10.3390/su11061672). URL : <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/6/1672> (visité le 02/02/2022).
- [19] Umberto BERARDI. “Sustainability Assessment in the Construction Sector : Rating Systems and Rated Buildings”. In : *Sustainable Development* 20.6 (2012). \_eprint : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/sd.532>, p. 411-424. ISSN : 1099-1719. DOI : [10.1002/sd.532](https://doi.org/10.1002/sd.532). URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.532> (visité le 14/02/2022).
- [20] Anja ROSEN. “An Overview of Rating Systems”. In : *An Overview of Rating Systems*. DETAIL, 19 août 2019, p. 24-31. ISBN : 978-3-95553-493-6. DOI : [10.11129/9783955534936-005](https://doi.org/10.11129/9783955534936-005). URL : <https://www.degruyter.com/document/doi/10.11129/9783955534936-005/html> (visité le 14/02/2022).
- [21] M. PACETTI et al. *The Sustainable City VII : Urban Regeneration and Sustainability - A Comparative Study of DGNB and BREEAM Certificate Systems in Urban Sustainability (p.121-132)*. Google-Books-ID : wmk3mCrMDTQC. WIT Press, 7 mai 2012. 1279 p. ISBN : 978-1-84564-578-6. URL : [https://books.google.ch/books?hl=fr&lr=&id=wmk3mCrMDTQC&oi=fnd&pg=PA121&dq=leed+label+comparison&ots=YxdQ09LLBD&sig=azCYZj4BeK6pnRm\\_cquQHbKwCqk&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.ch/books?hl=fr&lr=&id=wmk3mCrMDTQC&oi=fnd&pg=PA121&dq=leed+label+comparison&ots=YxdQ09LLBD&sig=azCYZj4BeK6pnRm_cquQHbKwCqk&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false).
- [22] Giuliano DALL'O' et al. “On the Integration of Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)® ND Protocol with the Energy Planning and Management Tools in Italy : Strengths and Weaknesses”. In : *Energies* 6.11 (nov. 2013), p. 5990-6015. ISSN : 1996-1073. DOI : [10.3390/en6115990](https://doi.org/10.3390/en6115990). URL : <https://www.mdpi.com/1996-1073/6/11/5990> (visité le 14/02/2022).
- [23] LUDOVIC HEIMO. *Quelle certification pour quel quartier durable ? Étude comparée des certifications de construction durable disponibles en suisse*. Projet de Master. Lausanne : HES, 31 juil. 2020, p. 134. (Visité le 30/09/2022).
- [24] Marita WALLHAGEN et al. “Framework for Detailed Comparison of Building Environmental Assessment Tools”. In : *Buildings* 3.1 (mar. 2013). Number : 1 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 39-60. ISSN : 2075-5309. DOI : [10.3390/buildings3010039](https://doi.org/10.3390/buildings3010039). URL : <https://www.mdpi.com/2075-5309/3/1/39> (visité le 13/02/2022).
- [25] Jonathan VILLOT, Natacha GONDRAN et Valérie LAFOREST. “Labels de la construction : quelle contribution possible au facteur 4 ?” In : *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie* (Vol. 2, n° 1 31 mar. 2011). Number : Vol. 2, n° 1 Publisher : Réseau « Développement durable et territoires fragiles », p. 31. ISSN : 1772-9971. DOI : [10.4000/developpementdurable.8834](https://doi.org/10.4000/developpementdurable.8834). URL : <http://journals.openedition.org/developpementdurable/8834> (visité le 18/01/2022).
- [26] Ozge SUZER. “Analyzing the compliance and correlation of LEED and BREEAM by conducting a criteria-based comparative analysis and evaluating dual-certified projects”. In : *Building and Environment* 147 (1<sup>er</sup> jan. 2019), p. 158-170. ISSN : 0360-1323. DOI : [10.1016/j.buildenv.2018.09.001](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.001). URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132318305493> (visité le 14/02/2022).
- [27] Richard REED et al. “International Comparison of Sustainable Rating Tools”. In : *Journal of Sustainable Real Estate* 1.1 (1<sup>er</sup> jan. 2009), p. 1-22. ISSN : 1949-8276, 1949-8284. DOI : [10.1080/10835547.2009.12091787](https://doi.org/10.1080/10835547.2009.12091787). URL : <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10835547.2009.12091787> (visité le 14/02/2022).
- [28] A PASSER et H WALLBAUM. “Sustainability certification of new and of existing buildings”. In : (2013). tex.ids= passerSustainabilityCertificationNewa, p. 9. URL : <http://b-dig.iie.org.mx/BibDig2/P12-0373/pdf/CH240.pdf> (visité le 14/02/2022).

- [29] Appu HAAPIO et Pertti VIITANIEMI. “A critical review of building environmental assessment tools”. In : *Environmental Impact Assessment Review* 28.7 (1<sup>er</sup> oct. 2008), p. 469-482. ISSN : 0195-9255. DOI : [10.1016/j.eiar.2008.01.002](https://doi.org/10.1016/j.eiar.2008.01.002). URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925508000048> (visité le 15/02/2022).
- [30] Alexandre MALLARD et al. “Labelliser pour innover dans la construction durable”. In : (déc. 2018), p. 184. URL : [https://www.csi.minesparis.psl.eu/WebCSI/LAPIN/wp-content/uploads/2019/02/LaPIn\\_Rapport\\_Final\\_Dec\\_2018.pdf](https://www.csi.minesparis.psl.eu/WebCSI/LAPIN/wp-content/uploads/2019/02/LaPIn_Rapport_Final_Dec_2018.pdf) (visité le 15/02/2022).
- [31] Joaquin DIAZ. “A Comparison of Sustainability-Based Labels in Building and Construction”. In : (2010), p. 8. URL : [https://www.ct.upt.ro/buletinhidro/Files/003-DIAZ-David\\_1.pdf](https://www.ct.upt.ro/buletinhidro/Files/003-DIAZ-David_1.pdf) (visité le 15/02/2022).
- [32] Xiaoping MAO, Huimin LU et Qiming LI. “A Comparison Study of Mainstream Sustainable/Green Building Rating Tools in the World”. In : *2009 International Conference on Management and Service Science*. 2009 International Conference on Management and Service Science. Sept. 2009, p. 1-5. DOI : [10.1109/ICMSS.2009.5303546](https://doi.org/10.1109/ICMSS.2009.5303546). URL : <https://ieeexplore.ieee.org/document/5303546> (visité le 15/02/2022).
- [33] François CITERNE, David GOLDSMITH et Yvan BELIVEAU. “Overview of International Green Building Rating Systems”. In : (2014), p. 8. URL : <http://ascpro0.ascweb.org/archives/cd/2014/paper/CPGT206002014.pdf> (visité le 15/02/2022).
- [34] SASHA NIKOLAUS et GUILLAUME HABERT. “Comparative Rich-Picture-Diagram for Assessment of Building Sustainability Labels”. In : *World Sustainable Built Environment Conference. Advancing SBE Assessments*. Hong Kong, 2017, p. 840-845. URL : [https://www.wsbe17hongkong.hk/\\_bin/ckfinder/userfiles/files/Paper/P\\_840-845%20Comparative%20Rich-Picture-Diagram.pdf](https://www.wsbe17hongkong.hk/_bin/ckfinder/userfiles/files/Paper/P_840-845%20Comparative%20Rich-Picture-Diagram.pdf) (visité le 14/02/2022).
- [35] KATRIN MARK et al. *Standards et labels de la construction durable en suisse*. Zürich : SNBS, nov. 2021, p. 52. URL : [https://www.nnbs.ch/documents/864304/992412/2021-11+Landkarte\\_Standards+und+Labels\\_FR\\_web.pdf](https://www.nnbs.ch/documents/864304/992412/2021-11+Landkarte_Standards+und+Labels_FR_web.pdf) (visité le 26/02/2022).
- [36] ASSOCIATION SUISSE POUR DES QUARTIERS DURABLES. *SEED - Next Generation Living*. SEED - Next Generation Living. 2020. URL : <https://seed-certification.ch/> (visité le 25/01/2022).
- [37] SNBS - Instruments et outils. snbs. URL : <https://www.nnbs.ch/fr/instruments-et-outils> (visité le 15/11/2021).
- [38] SITE 2000 WATTS. *Site 2000 Watts - Produits et Critères*. 2000-Watt-Areale. URL : <https://www.2000watt.swiss/fr/Produkte-und-Kriterien.html> (visité le 15/11/2021).
- [39] ASSOCIATION CITÉ DE L'ÉNERGIE. *Association Cité de l'énergie – Le centre de compétence pour la politique énergétique et climatique locale*. Cité de l'énergie. 2022. URL : <https://www.energiestadt.ch/fr/page-daccueil-2.html> (visité le 25/01/2022).
- [40] YVES GOLAY-FLEURDELYS, CAMILLE ROL et ORIANE JOBIN. *Jalons 14*. 14. Vaud, déc. 2021, p. 93. URL : <https://www.vd.ch/themes/environnement/durabilite/publications-liees-a-la-durabilite/> (visité le 07/01/2022).
- [41] VILLE DE LAUSANNE et CANTON DE VAUD. *SméO*. SméO. URL : <https://smeo.ch/documents-label/> (visité le 15/11/2021).
- [42] *Minergie*. MINERGIE Schweiz. 2021. URL : <https://www.minergie.ch/fr/certifier/minergie/> (visité le 15/11/2021).
- [43] LEED. *LEED v4.1 | U.S. Green Building Council*. URL : <https://www.usgbc.org/leed/v41> (visité le 07/12/2021).
- [44] DGNB. *DGNB System - Overview of the criteria*. URL : <https://www.dgnb-system.de/en/buildings/new-construction/criteria/index.php> (visité le 07/12/2021).
- [45] BREEAM. *BREEAM - Sustainability Assessment Method*. 14 nov. 2016. URL : <https://www.breeam.com/discover/technical-standards/> (visité le 07/12/2021).
- [46] OPL. *One Planet Living*. One Planet Living. URL : <https://oneplanetliving.ch/dokumente/?lang=de> (visité le 15/11/2021).

- [47] ASSOCIATION CECB. *CECB*. CECB. 2022. URL : <https://www.geak.ch/le-cecb/quest-ce-que-le-cecb/> (visité le 08/01/2022).
- [48] INTERNATIONAL WELL BUILDING INSTITUTE. *WELL Standard*. WELL Standard. URL : <https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/light/feature/2> (visité le 11/01/2022).
- [49] ASSOCIATION LEA. *LEA – «Living Every Age»*. LEA «Living Every Age». URL : <https://www.lea-label.ch/fr/> (visité le 11/01/2022).
- [50] *Certifications – Alliance HQE-GBC*. URL : <http://www.hqegbc.org/batiments/certifications/> (visité le 09/01/2022).
- [51] JAPAN SUSTAINABLE BUILDING CONSORTIUM et INSTITUTE FOR BUILDING ENVIRONMENT AND ENERGY CONSERVATION. *CASBEE*. URL : <https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/> (visité le 25/01/2022).
- [52] GREEN BUILDING COUNCIL OF AUSTRALIA. *Exploring Green Star*. 2022. URL : <https://new.gbca.org.au/green-star/exploring-green-star/> (visité le 25/01/2022).
- [53] WIKIPEDIA. *Forest Stewardship Council*. Wikipédia. 19 nov. 2021. URL : [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Forest\\_Stewardship\\_Council&oldid=188145618](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Forest_Stewardship_Council&oldid=188145618) (visité le 09/01/2022).
- [54] *Programme de reconnaissance des certifications forestières*. Wikipédia. 29 oct. 2021. URL : [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Programme\\_de\\_reconnaissance\\_des\\_certifications\\_foresti%C3%A8res&oldid=187538317](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Programme_de_reconnaissance_des_certifications_foresti%C3%A8res&oldid=187538317) (visité le 09/01/2022).
- [55] *Écolabel européen*. Wikipédia. 21 août 2020. URL : [https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89colabel\\_europ%C3%A9en&oldid=174011700](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89colabel_europ%C3%A9en&oldid=174011700) (visité le 09/01/2022).
- [56] WIKIPEDIA. *Emicode*. Wikipedia. 8 déc. 2021. URL : <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Emicode&oldid=218000747> (visité le 09/01/2022).
- [57] VERDURA. *Label Natureplus*. URL : <http://www.vedura.fr/guide/ecolabel/natureplus> (visité le 09/01/2022).
- [58] BOIS SUISSE. *Le Label Bois Suisse*. URL : <https://www.holz-bois-legno.ch/fr/vivre-et-experimenter/label-bois-suisse> (visité le 09/01/2022).
- [59] VILLE DE LAUSANNE et CANTON DE VAUD. *SméO l’Outil en Ligne*. 2020. URL : <https://app.smeo.ch/> (visité le 07/12/2021).
- [60] MINERGIE. *Berechnung der Grauen Energie und der Treibhausgasemissionen bei Minergie-ECO, Minergie-P-ECO und Minergie-A-ECO-Bauten*. 31 mar. 2021. URL : [https://www.minergie.ch/media/210331\\_berechnung\\_graue\\_energie\\_2021\\_v1-3.pdf](https://www.minergie.ch/media/210331_berechnung_graue_energie_2021_v1-3.pdf) (visité le 15/11/2021).
- [61] ISO. *ISO 21929-1 :2011*. Nov. 2011. URL : <https://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/04/65/46599.html> (visité le 25/10/2021).
- [62] FRANCINE WEGMUELLER. *Quartier Eglantine à Morges Comparaison des labels Site 2000 watts et SNBS*. Echallens, déc. 2019, p. 50. (Visité le 19/11/2021).
- [63] OLIVIER JOLLIET et al. *Analyse du cycle de vie - Comprendre et réaliser un écobilan*. Suisse, mar. 2017. URL : <https://www.epflpress.org/produit/430/9782889151356/analyse-du-cycle-de-vie> (visité le 15/11/2021).
- [64] LE CONSEIL FÉDÉRAL. *Stratégie climatique à long terme 2050*. Berne, 27 jan. 2021. URL : <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themen/thema-klima/klimawandel-stoppen-und-folgen-meistern/massnahmen-der-schweiz-zur-verminderung-ihrer-treibhausgasemissionen/ziele-der-schweiz-zur-verminderung-ihrer-treibhausgasemissionen/indikatives-ziel-2050/langfristige-klimastrategie-2050.html> (visité le 15/11/2021).
- [65] VALÉRIE MASSON-DELMOTTE et al. *Climate Change 2021 - The Physical Science Basis - Summary for Policymakers*. Switzerland. URL : <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1> (visité le 28/01/2022).
- [66] *EnDK : Facteurs de pondération (2017) — Français*. 2017. URL : [https://www.endk.ch/fr/ablage\\_fr/politique-energetique/20160204-facteursdepondrationnationauxpouurlvaluati.pdf/view](https://www.endk.ch/fr/ablage_fr/politique-energetique/20160204-facteursdepondrationnationauxpouurlvaluati.pdf/view) (visité le 15/11/2021).



- [67] Thomas BLINDENBACHER et al. *Principes directeurs pour une société à 2000 Watts - Contribution à une Suisse climatiquement neutre*. Suisse, 2020, p. 89. URL : [https://www.local-energy.swiss/fr/dam/jcr:722f862d-8c95-4bd7-9dcf-07ccfeb4d253/Leitkonzept-2000WG\\_vOkt2020\\_lang\\_fr.pdf](https://www.local-energy.swiss/fr/dam/jcr:722f862d-8c95-4bd7-9dcf-07ccfeb4d253/Leitkonzept-2000WG_vOkt2020_lang_fr.pdf) (visité le 15/11/2022).
- [68] KBOB, ECOBAU et IPB. *Recommandation de la KBOB 2009/1 :2021 «Données des écobilans dans la construction», publication au cours du 3e trimestre 2021*. 2021. URL : [https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten\\_baubereich.html](https://www.kbob.admin.ch/kbob/fr/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html) (visité le 15/11/2021).
- [69] ENDK. *Normalisation du CECB*. 2020. URL : <https://www.endk.ch/fr/politique-energetique/cecb-r> (visité le 15/11/2021).
- [70] OFFICE FÉDÉRAL DE LA STATISTIQUE. *Comportement de la population en matière de transports - Résultats du microrecensement mobilité et transports*. Office fédéral de la statistique. 2015. URL : <https://www.bfs.admin.ch/bfs/fr/home/statistiques/catalogues-banques-donnees/publications.assetdetail.1840478.html> (visité le 09/12/2021).
- [71] CONFÉRENCES DES DIRECTEURS CANTONAUX DE L'ÉNERGIE. *MoPEC*. 2014. URL : <https://www.endk.ch/fr/politique-energetique/mopec> (visité le 14/12/2021).
- [72] DOMO-ENERGIE. *DOMO-Energie - Equivalence énergétique des combustibles*. 4 oct. 2010. URL : <https://www.domo-energie.ch/fr/page.asp?Id=81> (visité le 14/12/2021).
- [73] ÉTAT DE VAUD. *Principaux éléments de la loi sur l'énergie*. 2021. URL : <https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/legislation/principaux-elements-de-la-loi-sur-lenergie/> (visité le 14/12/2021).
- [74] CONFÉRENCES DES DIRECTEURS CANTONAUX DE L'ÉNERGIE. *Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa)*. URL : <https://www.endk.ch/fr/documentation/modele-dencouragement-harmonise-des-cantons-modenha> (visité le 13/01/2022).
- [75] CANTON DE FRIBOURG. *Le Programme Bâtiments Fribourg – Assainir, ça paye*. URL : <https://www.leprogrammebatiments-fr.ch/> (visité le 13/01/2022).
- [76] GÉNERGIE. *Accueil | Genergie*. 2020. URL : <https://ge-energie.ch/> (visité le 13/01/2022).
- [77] République et Canton du Jura JURA. *Programme Bâtiments Jura*. URL : <https://www.jura.ch/DEN/SDT/Energie/Subventions/Programme-Batiments/Programme-Batiments.html> (visité le 13/01/2022).
- [78] CANTON DE NEUCHÂTEL. *République et canton de Neuchâtel - Subventions*. URL : <https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/energie/Pages/Subventions.aspx> (visité le 13/01/2022).
- [79] CANTON DU VALAIS. *Valais - Programmes de promotion / Aides financières dans le domaine de l'énergie*. URL : <https://www.vs.ch/fr/web/sefh/programmes-de-promotion/aides-financieres> (visité le 13/01/2022).
- [80] ÉTAT DE VAUD. *Subventions Programme bâtiments | VD.CH*. URL : <https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/subventions-programme-batiments/> (visité le 13/01/2022).
- [81] JAE-YONG PARK CHOI et al. "Credit Optimization Algorithm for Calculating LEED Costs". In : *Sustainability* 9.9 (sept. 2017). Number : 9 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 19. DOI : 10.3390/su9091607. URL : <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/9/1607> (visité le 14/01/2022).
- [82] ALEXIS BARROU, EDOUARD CATTIN et BLANCHE DALIMIER. "Annual Carbon Footprint of an Average Swiss Resident and of his/her Key Actions". In : (août 2021), p. 3. URL : [https://www.epfl.ch/about/sustainability/wp-content/uploads/2021/12/25.-Cattin-Co\\_Rsum.pdf](https://www.epfl.ch/about/sustainability/wp-content/uploads/2021/12/25.-Cattin-Co_Rsum.pdf) (visité le 19/01/2022).
- [83] Peter DUELLI, Martin K. OBRIST et Dirk R. SCHMATZ. "Biodiversity evaluation in agricultural landscapes : above-ground insects". In : *Agriculture, Ecosystems & Environment* 74.1 (1<sup>er</sup> juin 1999), p. 33-64. ISSN : 0167-8809. DOI : 10.1016/S0167-8809(99)00029-8. URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880999000298> (visité le 19/01/2022).
- [84] Lukas PFIFFNER et Oliver BALMER. *Agriculture biologique et biodiversité*. CH-Frick : Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL), 2011. ISBN : 978-3-03736-193-1. URL : <https://orgprints.org/id/eprint/20246/> (visité le 19/01/2022).

- [85] *Construction passive et énergie grise : Une démarche globale pour économiser l'énergie dans la construction*. Encyclopédie de l'énergie. 14 avr. 2016. URL : <https://www.encyclopedie-energie.org/construction-passive-et-energie-grise/> (visité le 19/01/2022).
- [86] SUISSE ÉNERGIE, ENDK et ECOBAU. *L'énergie grise dans les nouveaux bâtiments*. Berne, juin 2070, p. 24. URL : <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/suche> (visité le 25/01/2022).
- [87] Ming HU. "Life-cycle environmental assessment of energy-retrofit strategies on a campus scale". In : *Building Research & Information* 48.6 (17 août 2020), p. 659-680. ISSN : 0961-3218, 1466-4321. DOI : [10.1080/09613218.2019.1691486](https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1691486). URL : <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09613218.2019.1691486> (visité le 25/01/2022).
- [88] Mieke VANDENBROUCKE et al. "Using Life Cycle Assessment to Inform Decision-Making for Sustainable Buildings". In : *Buildings* 5.2 (juin 2015). Number : 2 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 536-559. ISSN : 2075-5309. DOI : [10.3390/buildings5020536](https://doi.org/10.3390/buildings5020536). URL : <https://www.mdpi.com/2075-5309/5/2/536> (visité le 25/01/2022).
- [89] Karel STRUHALA et Milan OSTRÝ. "Life-Cycle Assessment of a Rural Terraced House : A Struggle with Sustainability of Building Renovations". In : *Energies* 14.9 (jan. 2021). Number : 9 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 2472. ISSN : 1996-1073. DOI : [10.3390/en14092472](https://doi.org/10.3390/en14092472). URL : <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/9/2472> (visité le 25/01/2022).
- [90] Fredrik BERG et Mie FUGLSETH. "Life cycle assessment and historic buildings : energy-efficiency refurbishment versus new construction in Norway". In : *Journal of Architectural Conservation* 24.2 (4 mai 2018), p. 152-167. ISSN : 1355-6207. DOI : [10.1080/13556207.2018.1493664](https://doi.org/10.1080/13556207.2018.1493664). URL : <https://doi.org/10.1080/13556207.2018.1493664> (visité le 25/01/2022).
- [91] Morten Walbech RYBERG et al. "Comparative life cycle assessment of four buildings in Greenland". In : *Building and Environment* 204 (15 oct. 2021), p. 108130. ISSN : 0360-1323. DOI : [10.1016/j.buildenv.2021.108130](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108130). URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013232100531X> (visité le 25/01/2022).
- [92] Mark LUCUIK et al. "The Greenest Building Is the One That Is Never Built : A Life-Cycle Assessment Study of Embodied Effects for Historic Buildings". In : (), p. 9. (Visité le 30/01/2022).
- [93] Dong ZHAO et al. "Interaction effects of building technology and resident behavior on energy consumption in residential buildings". In : *Energy and Buildings* 134 (1<sup>er</sup> jan. 2017), p. 223-233. ISSN : 0378-7788. DOI : [10.1016/j.enbuild.2016.10.049](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.10.049). URL : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778816313718> (visité le 02/02/2022).
- [94] Sangtae NO et Chungyeon WON. "Comparative Analysis of Energy Consumption between Green Building Certified and Non-Certified Buildings in Korea". In : *Energies* 13.5 (jan. 2020). Number : 5 Publisher : Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 1049. ISSN : 1996-1073. DOI : [10.3390/en13051049](https://doi.org/10.3390/en13051049). URL : <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/5/1049> (visité le 02/02/2022).
- [95] CITÉ DE L'ÉNERGIE et al. *Société à 2000 watts - Résumé du concept pour l'établissement d'un bilan*. Résumé. Mar. 2022, p. 4. URL : [https://www.rts.ch/la-1ere/programmes/factuel/6262371.html/BINARY/concept\\_bilan\\_s2000w-tout-public\\_FACTUEL\\_30.10.pdf](https://www.rts.ch/la-1ere/programmes/factuel/6262371.html/BINARY/concept_bilan_s2000w-tout-public_FACTUEL_30.10.pdf) (visité le 09/12/2021).
- [96] "Objectifs climatiques de la Suisse : le budget carbone suffira-t-il?" In : *La Vie économique* (2021), p. 3. URL : [https://dievolkswirtschaft.ch/content/uploads/2020/12/12\\_Schleiniger\\_FR.pdf](https://dievolkswirtschaft.ch/content/uploads/2020/12/12_Schleiniger_FR.pdf) (visité le 22/02/2022).
- [97] SAENTYS. *Vivre dans un quartier responsable - Orbe Gruvatiez (Image de couverture de ce projet de Master)*. Gruvatiez Orbe. URL : <https://orbe-gruvatiez.ch/quartier> (visité le 18/01/2022).

## Annexe

## Tableaux

Échelle du Projet des Différents Labels			
Labels	Bâtiment	Quartier	Commune
SEED		✓	
SNBS	✓	(✓)	
Site 2000 Watts		✓	
Cité de l'Énergie			✓
SméO (én.+env.)	✓		
SméO (én.)	✓		
SméO (Quartier)		✓	
Minergie (-P, -A)	✓		
Minergie -ECO	✓		
LEED (NC et R, Tertiaire)	✓	(✓)	
LEED (NC et R, Résidentiel)	✓	(✓)	
LEED (Quartier)		✓	
LEED (Ville)		(✓)	✓
DGNB (NC)	✓	(✓)	
DGNB (Quartier)		✓	
BREEAM (NC)	✓	(✓)	
BREEAM (R)	✓	(✓)	

TABLE 7 – Échelle du projet des différents labels

Origine des Différents Labels		
Labels	National (Suisse)	International
SEED	✓	
SNBS	✓	
Site 2000 Watts	✓	
Cité de l'Énergie	✓	
SméO (én.+env.)	✓	
SméO (én.)	✓	
SméO (Quartier)	✓	
Minergie (-P, -A)	✓	
Minergie -ECO	✓	
LEED (NC et R, Tertiaire)		✓
LEED (NC et R, Résidentiel)		✓
LEED (Quartier)		✓
LEED (Ville)		✓
DGNB (NC)		✓
DGNB (Quartier)		✓
BREEAM (NC)		✓
BREEAM (R)		✓

TABLE 8 – Origine des différents labels

Typologie des Différents Labels		
Labels	Rénovation/Transformation	Nouvelle Construction
SEED	✓	✓
SNBS	✓	✓
Site 2000 Watts	✓	✓
Cité de l'Énergie	-	-
SméO (én.+env.)	✓	✓
SméO (én.)	✓	✓
SméO (Quartier)	✓	✓
Minergie (-P, -A)	✓	✓
Minergie -ECO	✓	✓
LEED (NC et R, Tertiaire)	✓	✓
LEED (NC et R, Résidentiel)	✓	✓
LEED (Quartier)	✓	✓
LEED (Ville)	-	-
DGNB (NC)		✓
DGNB (Quartier)	✓	✓
BREEAM (NC)		✓
BREEAM (R)	✓	

TABLE 9 – Typologie des différents labels

Affectation des Différents Labels Quartier						
Labels	Hab. coll.	Hab. ind.	Zone mixte simple	Zone mixte complexe	Zone indus.	Zone comm.
SEED	✓		✓	✓		
SNBS	✓		✓			
Site 2000 Watts	✓		✓	✓		✓
Cité de l'Énergie	-	-	-	-	-	-
SméO (én.+env.)	-	-	-	-	-	-
SméO (én.)	-	-	-	-	-	-
SméO (Q)	✓					
Minergie (-P, -A)	-	-	-	-	-	-
Minergie -ECO	-	-	-	-	-	-
LEED (NC et R, Tertiaire)	-	-	-	-	-	-
LEED (NC et R, Résidentiel)	-	-	-	-	-	-
LEED (Quartier)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LEED (Ville)	-	-	-	-	-	-
DGNB (NC)	-	-	-	-	-	-
DGNB (Quartier)	✓		✓	✓	✓	✓
BREEAM (NC)	-	-	-	-	-	-
BREEAM (R)	-	-	-	-	-	-

TABLE 11 – Affectations des différents labels quartier

Affectation des Différents Labels												
Labels	Hab. coll.	Hab. ind.	Adm.	Éc.	Comm.	Res.	Hôt.	Hôp.	Indu.	Dép.	Inst. sp.	Autre
SEED	✓		✓	✓	✓	✓	✓			✓		
SNBS	✓		✓	✓	✓							
Site 2000 W.	✓		✓	✓	✓	✓	(✓)*	(✓)*	(✓)*	✓		✓
Cité de l'Én.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sméo (é.+en.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Sméo (é.)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
Sméo (Q)	✓											
Min. (P/A)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Min. ECO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LEED (Te.)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LEED (Ré.)	✓	(✓)**										
LEED (Q)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LEED (V)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DGNB (NC)	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DGNB (Q)	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BREEM (NC)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BREEM (R)			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

TABLE 10 – Affectations des différents labels

\*si < 40% de la SRE est composés de ce type d'affectation

\*\* le label LEED Single Family Houses prend en compte ce type d'affectation

Compatibilité avec les Normes Suisses des Différents Labels	
Labels	Compatible
SEED	✓
SNBS	✓
Site 2000 Watts	✓
Cité de l'Énergie	✓
SméO (én.+env.)	✓
SméO (én.)	✓
SméO (Quartier)	✓
Minergie (-P, -A)	✓
Minergie -ECO	✓
LEED (NC et R, Tertiaire)	× (ASHRAE)
LEED (NC et R, Résidentiel)	
LEED (Quartier)	
LEED (Ville)	
DGNB (NC)	✓
DGNB (Quartier)	
BREEAM (NC)	× (ASHRAE/BPIE/CIBSE)
BREEAM (R)	

TABLE 12 – Compatibilité avec les normes suisses des différents labels

Nombre de Projets Certifiés des Différents Labels		
Labels	Suisse	Monde
SEED	3 (2019)	0
SNBS	13 (2020)	0
Site 2000 Watts	39 (2021)	0
Cité de l'Énergie	390 (2021)	0
SméO (én.+env.)	2 (2021)	0
SméO (én.)		
SméO (Quartier)	-	-
Minergie	45'261 (2020)	0
Minergie -P	6'264 (2020)	0
Minergie -A	1'212 (2020)	0
Minergie -ECO	1'986 (2020)	0
LEED (NC et R, Tertiaire)	36 (2021)	90'000 (2017)
LEED (NC et R, Résidentiel)		
LEED (Quartier)		
LEED (Ville)		
DGNB (NC)	14 (2021)	2'081 (2021)
DGNB (Quartier)		
BREEAM (NC)	16 (2021)	600'530 (2021)
BREEAM (R)		

TABLE 13 – Nombre de projets certifiés des différents labels

Renouvellement de la Certification des Différents Labels		
Labels	Renouvellement	Remarque
SEED	√	Tous les 3 ans
SNBS	×	-
Site 2000 Watts	√	Const. : 3 ans, Transf. : 4 ans, Exploit. : tous les 4 ans
Cité de l'Énergie	√	Tous les 4 ans
SméO (én.+env.)	×	-
SméO (én.)	×	-
SméO (Quartier)	×	-
Minergie (-P, -A)	×	Sauf si modification importante
Minergie -ECO	×	Sauf si modification importante
LEED (NC et R, Tertiaire)		
LEED (NC et R, Résidentiel)	√	Tous les 3 ans
LEED (Quartier)		
LEED (Ville)		
DGNB (NC)	√	Tous les 3 ans
DGNB (Quartier)		
BREEAM (NC)	×	-
BREEAM (R)		

TABLE 14 – Renouvellement de la certification des différents labels

<b>Effort Moyen des Différents Labels</b>	
Labels	Effort (1-4)
SEED	1.98
SNBS	1.97
Site 2000 Watts	2.04
Cité de l'Énergie	2.02
SméO (én.+env.)	1.98
SméO (én.)	1.17
SméO (Quartier)	1.73
Minergie	1.60
Minergie -P	1.60
Minergie -A	1.60
Minergie -ECO	1.92
LEED (NC et R, Tertiaire)	2.26
LEED (NC et R, Résidentiel)	2.37
LEED (Quartier)	2.34
LEED (Ville)	2.63
DGNB (NC)	2.55
DGNB (Quartier)	2.58
BREEAM (NC)	2.20
BREEAM (R)	2.22

TABLE 15 – Effort moyen des différents labels

<b>Organisme de Certification des Différents Labels en Suisse</b>	
Labels	Organisme
SEED	Association suisse pour des quartiers durables
SNBS	Agence Minergie
Site 2000 Watts	Association cité de l'énergie
Cité de l'Énergie	Association cité de l'énergie
SméO	Batismart
Minergie	Agence Minergie
LEED (NC et R, Tertiaire)	USGBC
DGNB	SGNI Zürich
BREEAM	BRE

TABLE 16 – Organisme de certification des différents labels en Suisse



Thématiques Abordées par les Différents Labels [% des indicateurs totaux]									
Labels	Chang. clim. & énergies	Écosyst. & biodiver.	Ressources naturelles	Transports durables	Santé & bien-être	Équité sociale	Urb., pat. cult. et vie soc.	Économie	
SEED	12	18	18	7	12	10	13	10	
SNBS	17	6	9	8	16	8	10	27	
Site 2000 Watts	29	3	4	17	4	6	31	6	
Cité de l'Énergie	35	2	10	19	3	2	18	12	
SméO (én.+env.)	12	6	15	0	56	0	0	11	
SméO (én.)	100	0	0	0	0	0	0	0	
SméO (Q)	8	12	10	13	11	13	19	14	
Minergie (-P, -A)	60	0	0	10	30	0	0	0	
Minergie -ECO	11	6	16	1	56	0	0	10	
LEED (NC et R, Tertiaire)	26	16	18	14	15	1	2	7	
LEED (NC et R, Résidentiel)	29	14	17	12	14	3	2	8	
LEED (Quartier)	8	11	13	18	4	12	25	9	
LEED (Ville)	28	5	17	13	9	3	5	20	
DGNB (NC)	15	4	10	6	26	8	10	22	
DGNB (Quartier)	14	11	7	11	10	8	24	14	
BREEAM (NC)	29	12	23	7	15	3	6	4	
BREEAM (R)	29	12	20	7	17	2	6	16	

TABLE 17 – Thématiques abordées par les différents labels

**Similitudes entre les Différents Labels**







XY	Ref	Indicateur X										TOTAL					Doublet 1er deg			2eme deg			3eme deg			Indicateurs opposés (N)			Si V et J			et R ou R et J		
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N	B	R	J	V	y vers x	y vers x	y vers x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Indicateur Y	< 35 kWh/m2.a	< 55 kWh/m2.a	< 13 kWh/m2.a	< 1.2 m3/m2	Justification du confort selon SIA 382/1	Automatique et monitoring si SRE > 2000 m2	Aucune production de chaleur avec energies fossiles, sauf si en dehors des pics de charge	Obligation à l'aéroprotection	Obligation de poses de tubes vides	Justification selon SIA 387/4 si SRE > 250 m2																							
1	1	101.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
2	2	102.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
3	3	102.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
4	4	103.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
5	5	103.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
6	6	103.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
7	7	104.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
8	8	104.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
9	9	104.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
10	10	105.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
11	11	105.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
12	12	106.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
13	13	106.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
14	14	107.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
15	15	107.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
16	16	108.1	B	B	B	B	B	V	B	B	B	B	B	B	B	0	9	0	0	0	1	0	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	0	0	0	0	0		
17	17	108.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
18	18	201.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
19	19	201.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
20	20	202.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
21	21	203.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
22	22	204.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
23	23	204.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
24	24	204.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
25	25	205.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
26	26	205.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
27	27	206.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
28	28	207.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
29	29	208.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
30	30	301.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
31	31	301.2	J	R	J	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	7	1	2	0	0	0	FAUX	VRAI	VRAI	FAUX	FAUX	0	1	0	0	0		
32	32	301.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
33	33	302.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
34	34	302.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
35	35	302.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
36	36	303.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
37	37	303.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
38	38	303.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
39	39	304.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
40	40	304.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
41	41	304.3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
42	42	305.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
43	43	306.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
44	44	306.2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
45	45	307.1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	10	0	0	0	0	0	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	0	0	0	0	0		
		TOTAL N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								1	1	1	43	0	Sans correctio						
		TOTAL B	44	44	44	45	44	45	45	45	45	45	45	45	45								28	28	28	965	06	Avec correctio						
		TOTAL J	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								2%	2%	0%	96%	0%							
		TOTAL V	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0																			
		Doublet 1er x vers y	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	1	10%	1	10%															
		Doublet 2eme degre (J)	VRAI	FAUX	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	2	20%	2	20%															
		Similitude (x vers y)	FAUX	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	1	10%	1	10%															
		Aucune poseé vers y	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	FAUX	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	6	60%	6	60%															
		Indicateurs opposés (N)	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	0	0%	0	0%															
																Sans correction																		
																Avec correction																		
		Si V et J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
		Si V et R ou R et J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			

FIGURE 16 – Matrice similitude SNBS vs Minergie

XIV																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
Ref	Indicateur Y	Indicateur X	MNE1	MNE2	MNE3	MNE4	MNE5	MNE6	MNE7	MNE8	MNE9	MNE10	MNE11	MNE12	MNE13	MNE14	MNE15	MNE16	MNE17	MNE18	MNE19	MNE20	MNE21	MNE22	MNE23	MNE24	MNE25	MNE26	
			< 35 kWh/m2.a	< 13 kWh/m2.a	< 12 kWh/m2.a	< 1.2 m3/l.h.m	Justification du confort thermique SA 182/1	Automatique ou maintien de la température intérieure > 2000 m2	Aucune production de chaleur	Obligation à l'isolation des tubes	Obligation de pose de tubes	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits	Justification des conduits
101.1	Objectif et cahier des charges																												
102.1	Urbanisme et architecture																												
103.1	Participation																												
103.2	Densité d'occupation																												
103.3	Offre d'affactation dans le quartier																												
103.4	Construction sans obstacle																												
104.1	Offre d'espaces intérieurs semi-pub																												
104.2	Offre d'espaces extérieurs semi-pub																												
104.3	Sécurité subjective																												
105.1	Flexibilité et variabilité d'affactation																												
105.2	Qualité d'affactation																												
106.1	Lumière naturelle																												
106.2	Protection contre le bruit																												
107.1	Qualité de l'air																												
107.2	Rayonnements ionisants et non ionisants																												
108.1	Protection thermique en été																												
108.2	Protection thermique en hiver																												
201.1	Coûts du cycle de vie																												
201.2	Concept d'exploitation																												
202.1	Procédés, éléments de construction																												
203.1	Processus économique																												
204.1	Géologie et sites contaminés																												
204.2	Dangers naturels et sécurité sismique																												
204.3	Destination technique																												
205.1	Accessibilité																												
205.2	Accès à la parcelle et aux équipements																												
206.1	Pris à la location/à la vente																												
207.1	Offre et demande d'affactation																												
208.1	Création de valeur régionale																												
301.1	Energie primaire non renouvelable																												
301.2	Energie primaire renouvelable																												
302.1	Emissions de gaz à effet de serre p																												
302.2	Emissions de gaz à effet de serre p																												
303.1	Changement																												
303.2	Ménagement des ressources																												
303.3	Préservation de l'environnement et																												
304.1	Mise en service systématique																												
304.2	Monitoring de l'énergie																												
304.3	Gestion des déchets																												
305.1	Concept de mobilité																												
306.1	Plan et faune																												
306.2	Infiltration et rétention d'eau																												
307.1	Désertification des constructions																												
TOTAL	N																												
TOTAL	R																												
TOTAL	J																												
TOTAL	V																												
Doublet 1 et vers y																													
Doublet 2ème degré (J)																													
Doublet 3ème degré (V)																													
Aucune opposition																													
Indicateurs opposés (N)																													
Si V et J																													
Si V et R ou Ret J																													

71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	Doublon	Ter des	2eme	coltilite	e passer	eurs opposés (N)	Si V et J	et R ou R et J												
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88																									
ENEA_02	NM1_01	NM2_01	NM3_02	NM3_03	NM3_04	NM4_01	NM4_02	NM4_03	NM4_04	NM4_05	NM4_06	NM4_07	NM4_08	NM4_09	NM4_10	AMG																										
Emision de gaz a effet de serre (CO2) realisation	Proctecti on des sols	Label pour le bois et les derives du bois	Recyclag e (RC) beton de remplis de granulat elevee et beton maigre avec une teneur en granulat r. recydlis	Recyclag e (RC) beton de remplis de granulat non tpris	Ciments pour les betons a base de ciment normal	Isolants pour les murs (toits, plafonds et radiers)	Isolants pour les murs (murs)	Proctecti on chimique de l'etanchite contre les racines	Facades avec revetement sans biocides	Matériau s des isolants sans halogènes	Matériau s des isolants organique (organominsral)	Revetem ent et étanchete à base de résine synthétique que difficilement séparables	Matériau s PVC rustiques	Élément s de construct ion contenant des métaux lourds et exposés aux intempéries	Renonce r à chauffer le gros œuvre	Énergie grise des matériaux de construct ion																										
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	85	3	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	87	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	84	0	0	4																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	78	1	9	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	83	0	5	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	87	0	0	1																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	87	0	1	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	85	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	87	1	0	0																					
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	0	88	0	0	0																					
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0	0	0																					
44	44	44	44	44	44	44	45	45	45	44	44	44	44	45	45	44	44																									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																									
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1																									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																									
FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	4	7%	6	7%																						
VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	VRAI	49	54%	49	54%																						
FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	6	7%	6	7%																						
FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	VRAI	VRAI	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	VRAI	VRAI	27	31%	27	31%																						
FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	FAUX	0	0%	0	0%																						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																									
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																									

FIGURE 17 – Matrice similitude SNBS vs Minergie-ECO











**EPnR et EGES****Calcul Minergie :**

Selon le dossier technique de Minergie [42], l'indice MKZ est la somme de toutes les énergies partielles MKZ :

$$MKZ = MKZ_{HLK} + MKZ_W + MKZ_{Bel} + MKZ_{Geräte} + MKZ_{AGT} - MKZ_{Prod} \left[ \text{kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{a}) \right] \quad (24)$$

Les indices partiels sont les suivants :

1. Chauffage, ventilation et climatisation :

$$MKZ_{HLK} = Q_{h, \text{eff}} \cdot g / \eta + E_{LK} \cdot g \quad (25)$$

2. ECS :

$$MKZ_{ww} = Q_{ww} \cdot f_A \cdot g / \eta \quad (26)$$

3. Électricité pour les bâtiments d'habitation :

$$MKZ_{EI, \text{Wohnen}} = MKZ_{Bel} + MKZ_{Geräte} + MKZ_{AGT} = E_{\text{Wohnen}} \cdot g / A_E \quad (27)$$

avec,

$$E_{\text{wohnen}} = f_{\text{eff}} \cdot 1 \cdot \left( \text{We}1 \cdot 800 \text{kWh} / \text{an} + 20 \text{kWh} / (\text{m}^2 \text{an}) \cdot 1 \cdot A_w \right) \cdot 1 \cdot (100 - e) / 100 + E_{\text{Aufzug}} \quad (28)$$

4. Autoproduction : n'est pas considérée, car elle n'est pas prise en considération dans les autres labels.

En substituant les différents indices dans l'équation MKZ, on obtient :

$$MKZ = Q_{h, \text{eff}} \cdot g / \eta + E_{LK} \cdot g + Q_{ww} \cdot f_A \cdot g / \eta + E_{\text{Wohnen}} \cdot g / A_E \quad (29)$$

En mettant en évidence le facteur de pondération, on obtient :

$$MKZ = g \cdot (Q_{h, \text{eff}} / \eta + E_{LK} + Q_{ww} \cdot f_A / \eta + E_{\text{Wohnen}} / A_E) \quad (30)$$

En supposant que toutes les énergies proviennent de la même source et tiennent en compte des rendements, on obtient l'équation finale :

$$MKZ = g \cdot E_f \quad (31)$$

**Calcul GIEC :**

Les émissions mondiales restantes tel que décrites dans le rapport du GIEC [65], sont reportées dans le tableau 18. Il a été décidé de prendre un intervalle de confiance élevé, soit 67 %, dans le but de maximiser les chances de réussir l'objectif.

<b>Budget Carbone Mondial Restant (Rapport du GIEC)</b>	
Réchauffement global par rapport à 1850 [°C]	Budget carbone restant [Gt CO <sub>2</sub> -eq]
1.5	400
2.0	1'150

TABLE 18 – Budget carbone mondial restant selon le rapport du GIEC

$$Budget_{suisse} = \frac{budget_{total}}{population_{2022}} \cdot population_{CH,2022} \quad (32)$$

où :

Budget<sub>suisse</sub> : est le budget carbone suisse [Mt CO<sub>2</sub>-eq]

Budget<sub>total</sub> : est le budget carbone total restant [Mt CO<sub>2</sub>-eq]

Population<sub>2022</sub> : est la population mondiale en 2022, soit environ 8 milliards [personnes]

Population<sub>CH,2022</sub> : est la population suisse en 2022, soit environ 8 millions [personnes]

Les résultats du budget suisse sont dans le tableau 19

<b>Budget Carbone Suisse Restant selon GIEC</b>	
Réchauffement global par rapport à 1850 [°C]	Budget carbone restant [Mt CO <sub>2</sub> -eq]
1.5	400
2.0	1'150

TABLE 19 – Budget carbone suisse restant selon le rapport du GIEC

$$Budget_{individuel} = \frac{budget_{total}}{population_{2022} \cdot esperance_{vie}} \quad (33)$$

où :

Budget<sub>individuel</sub> : est le budget carbone individuel global [Gt CO<sub>2</sub>-eq]

Budget<sub>total</sub> : est le budget carbone total restant [Gt CO<sub>2</sub>-eq]

Population<sub>2022</sub> : est la population mondiale en 2022, soit environ 8 milliards [personnes]

Espérance<sub>vie</sub> : est l'espérance de vie selon l'OFS, soit environ 80 ans [an]

Avec ces valeurs et hypothèses, les résultats se trouvent dans le tableau 20.

<b>Budget Carbone Individuel Restant</b>	
Réchauffement global par rapport à 1850 [°C]	Budget carbone individuel [t CO <sub>2</sub> -eq/an]
1.5	0.63
2.0	1.80

TABLE 20 – Budget carbone individuel selon les calculs

**Calcul émissions de la Suisse selon Stratégie Climatique 2050 :**

La prédiction des émissions de la Suisse entre 2020 et 2050 est calculée grâce au rapport de la stratégie climatique 2050 [64]. Les émissions futures sont calculées entre ces deux dates, car 2020 correspond à la date à partir de laquelle le budget carbone mondial restant est déterminé. 2050 correspond à la date à laquelle la Suisse est neutre en carbone selon [64].

Le budget carbone émis entre 2020 et 2050 correspond à l'aire sous la courbe du graphe 27 du rapport [64]. En supposant une diminution linéaire des émissions et des émissions nettes de zéro en 2050, le calcul est le suivant :

$$EGES_{strat2050} = \frac{EGES_{2020} \cdot t}{2} = \frac{51.5 \cdot 30}{2} = 772.5 [MtCO_2 - eq] \quad (34)$$

où :

$EGES_{strat2050}$  : sont les EGES de la Suisse entre 2020 et 2050 selon la stratégie climatique 2050 [Mt CO<sub>2</sub>-eq]

$EGES_{2020}$  : sont les EGES de la Suisse en 2020, selon la stratégie climatique 2050 [Mt CO<sub>2</sub>-eq]

t : est la durée des émissions, soit 30 ans (2020 à 2050) [an]

<b>EGES selon Stratégie Climatique 2050</b>	
EGES cumulées entre 2020 et 2050 [Mt CO <sub>2</sub> -eq/an]	Différence avec GIEC [Mt CO <sub>2</sub> -eq/an]
772.5	+ 372.5 (1.5 °C)
772.5	- 377.5 (2.0 °C)

TABLE 21 – EGES selon stratégie climatique 2050

**EGES selon les labels basé sur SIA 2040**

$$EGES_{labels,tot} = EGES_{labels,personne} \cdot t \cdot population_{CH,2022} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 30 \cdot 8 \cdot 10^6 = 480 [MtCO_2 - eq] \quad (35)$$

où :

$EGES_{labels,tot}$  : sont les EGES des labels entre 2020 et 2050, si ils s'appuient sur le norme SIA 2040 [Mt CO<sub>2</sub>-eq]

$EGES_{2020}$  : sont les EGES par personne selon les labels, si ils s'appuient sur la norme SIA 2040, soit 2 tonnes par an et par personne [Mt CO<sub>2</sub>-eq]

t : est la durée des émissions, soit 30 ans (2020 à 2050) [an]

<b>EGES selon les Labels s'appuyant sur SIA 2040</b>	
EGES cumulées entre 2020 et 2050 [Mt CO <sub>2</sub> -eq/an]	Différence avec GIEC [Mt CO <sub>2</sub> -eq/an]
480.0	+ 80.0 (1.5 °C)
480.0	- 670.0 (2.0 °C)

TABLE 22 – EGES selon selon les labels s'appuyant sur SIA 2040

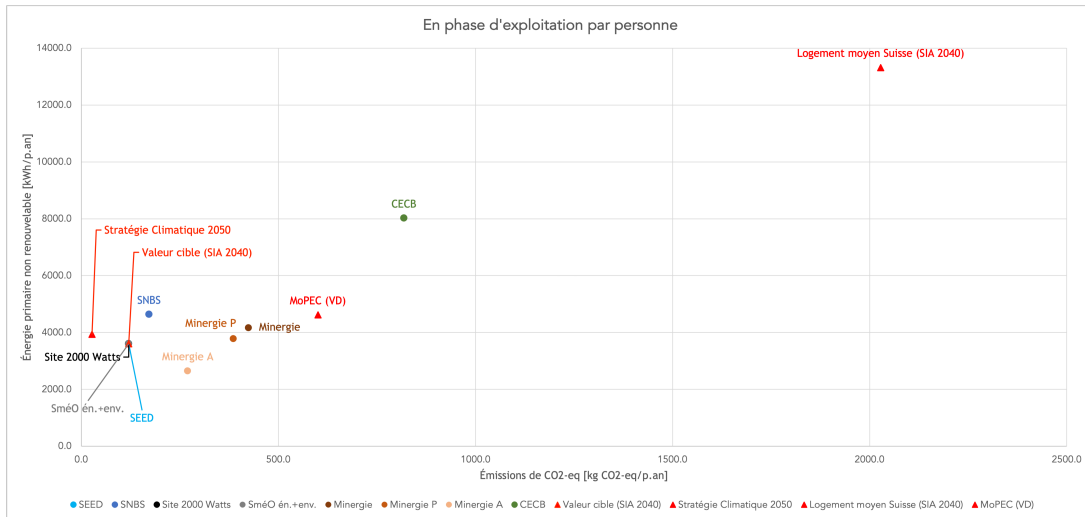


FIGURE 20 – EPnR en fonction des EGES en phase d'exploitation par personne

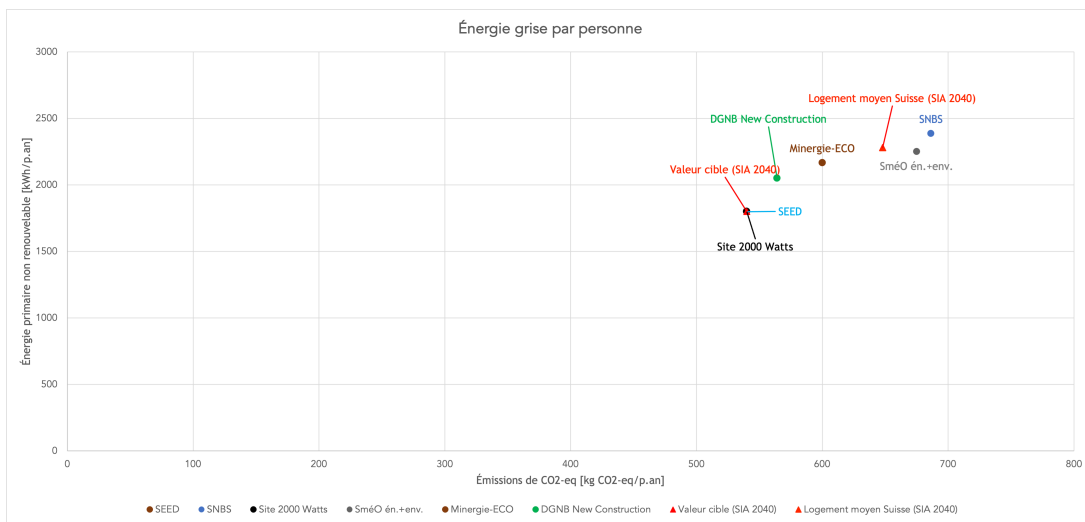


FIGURE 21 – EPnR en fonction des EGES selon l'énergie grise par personne

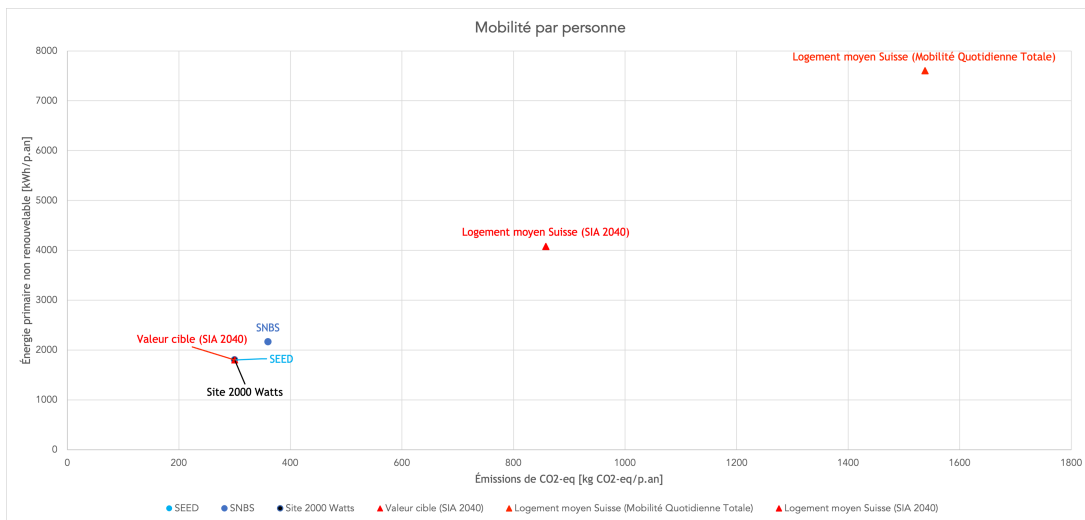


FIGURE 22 – EPnR en fonction des EGES selon la mobilité par personne



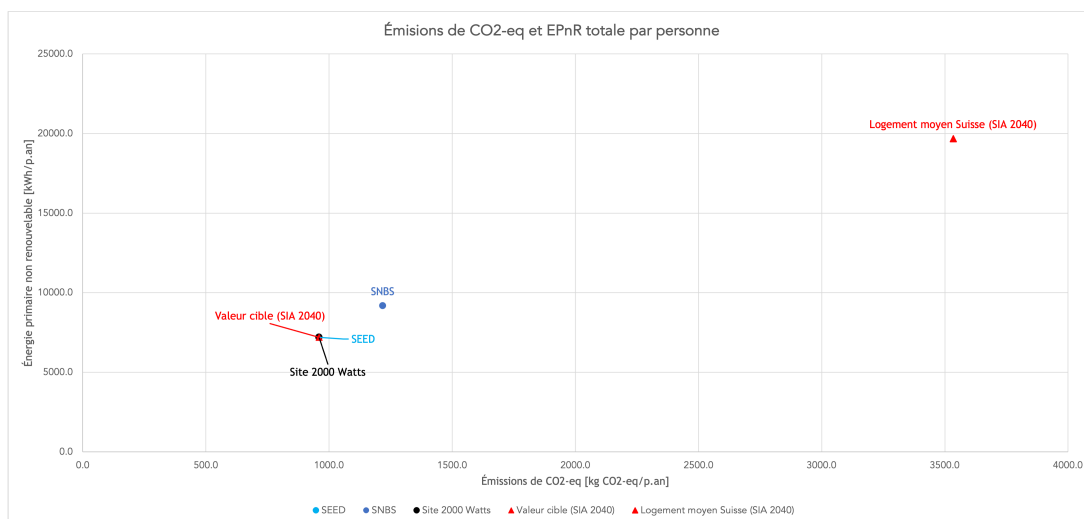


FIGURE 23 – EPnR en fonction des EGES au total par personne